



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Medicina**

**Escuela Profesional de Tecnología Médica**

**Composición regional de masa grasa por  
absorciometría dual de rayos X en pacientes con  
síndrome metabólico. Clínica Internacional, Lima 2016**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica  
en el área de Radiología

**AUTOR**

Robert Iván GARCÍA ZAVALETA

**ASESOR**

Luis Frank BERNAL QUISPE

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

García R. Composición regional de masa grasa por absorciometría dual de rayos X en pacientes con síndrome metabólico. Clínica Internacional, Lima 2016 [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Tecnología Médica; 2017.

---



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"



OK

078

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Conforme a lo estipulado en el Art. 45.2 y, Art. 100.13 de la Ley 30220. El Jurado de Sustentación de Tesis nombrado por la Directora de la Escuela Profesional de Tecnología Médica, conformado por los siguientes docentes:

Presidente: Lic. Alejandro Sánchez Portillo  
Miembro : Lic. Walter Robin Roca Trejo  
Lic. Nilton Quispialaya Orellana

Se reunieron en la ciudad de Lima, el día 22 de noviembre de 2017, procediendo a evaluar la Sustentación de Tesis, titulado **"COMPOSICIÓN REGIONAL DE MASA GRASA POR ABSORCIOMETRIA DUAL DE RAYOS X EN PACIENTES CON SINDROME METABOLICO, CLINICA INTERNACIONAL, Lima 2016"**, para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en el Área de Radiología del Bachiller:

**ROBERT IVÁN GARCÍA ZAVALA**

Habiendo obtenido el calificativo de:

17  
(en números)

Diecisiete  
(en letras)

Que corresponde a la mención de: **Muy Bueno**

Quedando conforme con lo antes expuesto, se disponen a firmar la presente Acta.

Presidente  
Lic. Alejandro Sánchez Portillo

Miembro  
Lic. Walter Robin Roca Trejo

Miembro  
Lic. Nilton Quispialaya Orellana

Asesor (a) de Tesis  
Lic. Luis Frank Bernal Quispe



**COMPOSICIÓN REGIONAL DE MASA GRASA POR  
ABSORCIOMETRIA DUAL DE RAYOS X EN PACIENTES  
CON SINDROME METABOLICO. CLINICA  
INTERNACIONAL, LIMA 2016**

**AUTOR:**

Bachiller GARCÍA ZA VALETA, ROBERT IVAN

**ASESOR:**

Lic. Luis Frank Bernal Quispe

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación a mis amados padres, ya que fue su constante esfuerzo y amor los que me permitieron cumplir uno a uno mis objetivos en este increíble camino que es la Tecnología Médica en Radiología.

## **Agradecimiento**

Agradezco infinitamente a mi querida alma mater la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a mis docentes; por brindarme las herramientas teórico – practicas para el desarrollo de este trabajo de investigación y por toda mi formación académica.

A mi familia y amigos por darme la fortaleza y el acompañamiento constante requerido en todo el proceso de mi formación como profesional, permitiéndome el logro de una de mis metas.

## INDICE

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES .....	11
1.2 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.3 OBJETIVOS .....	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 BASES TEÓRICAS .....	18
1.4.1 Base teórica.....	18
1.4.2 Definición de términos.....	48
1.4.3 Formulación de la hipótesis.....	49
<b>CAPÍTULO II: MÉTODOS .....</b>	<b>50</b>
2.1 DISEÑO METODOLÓGICO .....	51
2.1.1 Tipo de investigación .....	51
2.1.2Diseño de la investigación.....	51
2.1.3 Población .....	51
2.1.4 Muestra y muestreo.....	51
2.1.4.1 Criterios de inclusión .....	52
2.1.4.2 Criterios de exclusión.....	52
2.1.5 Variables.....	52
2.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
2.1.7 Procedimientos y análisis de datos.....	53
2.1.8 Consideraciones éticas .....	54
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>72</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>
Instrumentos .....	83
Operacionalización de variables en un cuadro .....	84



Matriz de consistencia .....	85
Protocolo de estudio .....	86
Imágenes .....	88

## Lista de tablas

Tabla N° 1:.....	57
Tabla N°2:.....	57
Tabla N°3:.....	58
Tabla N° 4:.....	58
Tabla N° 5:.....	59
Tabla N° 6:.....	60
Tabla N° 7:.....	61
Tabla N° 8:.....	62
Tabla N° 9: .....	63
Tabla N°10: .....	64
Tabla N°11: .....	64
Tabla N°12: .....	66
Tabla N°13: .....	67

## Resumen

**Objetivo:** Identificar la composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X en pacientes con síndrome metabólico en la Clínica Internacional en el año 2016.

**Metodología:** Estudio de enfoque cuantitativo, de tipo observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo. Se trabajó con un total de 80 pacientes que se atendieron en el servicio de Densitometría Ósea perteneciente al Centro de Diagnóstico por Imagen (CDI) en la “Clínica Internacional Sede Hospitalaria San Borja” en el periodo comprendido de enero del 2016 a diciembre del 2016. Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva, mediante medidas de distribución de frecuencias (absolutas y relativas) y las medidas de tendencia central y de dispersión.

**Resultados:** el 38.8% de los pacientes con síndrome metabólico tienen sobrepeso, el 33.8% obesidad grado I y el 15% obesidad grado II. El porcentaje de tejido grasa androide fue 49.93%, y el porcentaje de tejido grasa ginecoide fue 43.88% y la proporción Androide/ginecoide fue de 1.15. El promedio del porcentaje de Tejido grado androide aumenta, de acuerdo al incremento del IMC, pues en pacientes con obesidad grado III el porcentaje de tejido grasa androide es más alto (59.13), mientras que el valor más bajo se da en el normopeso (34.17). El promedio del porcentaje de tejido grado ginecoide aumenta, de acuerdo al incremento del IMC, pues en la obesidad grado III el porcentaje de tejido grasa ginecoide es más alto (59.13), mientras que el valor más bajo se da en el normopeso (35.53). La proporción Androide/Ginecoide aumenta, de acuerdo al incremento del IMC, pues las pacientes con obesidad grado III tienen la proporción Androide/Ginecoide más alta (1.29), mientras que el valor más bajo se da en las pacientes con normopeso (0.97).

**Conclusiones:** La composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X fue 49.93 en porcentaje de grasa androide y 43.88 en porcentaje de grasa ginecoide de pacientes con síndrome metabólico en la Clínica Internacional en el año 2016.

**Palabras clave:** Masa grasa, Absorciometría Dual de Rayos X, Síndrome metabólico.

## Abstract

**Objective:** To identify the regional composition of fat mass by Dual Absorptiometry of X - rays in patients with metabolic syndrome at the International Clinic in 2016.

**Methodology:** Study of quantitative approach, observational, descriptive, cross-sectional, retrospective. We worked with a total of 80 patients were treated in the service of Bone Densitometry belonging to the Center for Diagnostic Imaging (CDI) in the "International Clinic Head quarters Hospital San Borja" in the period from January 2016 to December 2016. For data analysis descriptive statistics were used by frequency distribution measures (absolute and relative) and the measures of central tendency and dispersion.

**Results:** 38.8% of patients with metabolic syndrome are overweight, 33.8% obesity grade I and 15% obesity grade II. The percentage of android fatty tissue was 49.93%, and the percentage of gynecoid fatty tissue was 43.88% and the Android / gynecoid ratio was 1.15. The average percentage of android grade tissue increases, according to the increase in BMI, because in patients with obesity grade III the percentage of android fatty tissue is higher (59.13), while the lowest value is in the normal weight (34.17 ). The average percentage of tissue gynecoid grade increases, according to the increase in BMI, because in obesity grade III the percentage of gynecoid fatty tissue is higher (59.13), while the lowest value is in the normal weight (35.53) The Android / Gynocoid ratio increases, according to the increase in BMI, because patients with obesity grade III have the highest proportion of Android / Gynecoid (1.29), while the lowest value is found in patients with normal weight (0.97).

**Conclusion:** The regional composition of fat mass X-ray absorptiometry Dual percentage was 49.93 and 43.88 android fat percentage of fat ginecoide of patients with metabolic syndrome in the International Clinic in 2016.

**Key words:** Fatmass, Absorptiometry Dual X-ray, metabolic syndrome.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES:

Actualmente el síndrome metabólico se define como un conjunto de anormalidades metabólicas que predisponen al riesgo de desarrollar una enfermedad cardiovascular y diabetes, siendo unos de sus principales factores desencadenantes la obesidad abdominal, la cual basa su diagnóstico en métodos indirectos como el índice de masa corporal (IMC) y perímetro abdominal, sin embargo estos métodos presenta claras desventajas, destacando dentro de estas, el no poder cuantificar la grasa corporal ni su ubicación, como tampoco discriminar entre tejido graso y magro, pudiendo por tanto clasificar como sobrepeso u obesidad a una persona con un excesivo desarrollo de tejido muscular o como normo-peso a una persona que ha perdido masa magra incrementando su grasa corporal.<sup>1</sup> Es por ello, que para realizar una correcta y precisa valoración del estado corporal, es necesario un análisis de la composición corporal.

Cabe mencionar que la prevalencia de síndrome metabólico es cada vez mayor, un estudio realizado por el National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), indica que la prevalencia del síndrome metabólico en la población adulta de Estados Unidos. Es aproximadamente de 25% en hombres blancos y 21% en mujeres blancas. En Europa, los valores son de 10% para las mujeres y 15% para los hombres; estas cifras se elevan a 42 % en hombres y 64 % en mujeres cuando existe algún trastorno del metabolismo hidrocárbónico (glucemia basal alterada o tolerancia a la glucosa alterada) y llega al 78 y 84 % en cada sexo en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Entre países latinoamericanos los hombres presentan un 29 % y las mujeres un 33%.<sup>2</sup>

Diversos estudios muestran lo mencionado con anterioridad por ejemplo, **Fu X, Song A, Zhou Y, Ma X, Jiao J, Yang M, et al. (2013)** realizaron un estudio titulado “Asociación de grasa corporal regional con riesgos metabólicos en mujeres chinas”, con el objetivo de investigar la asociación de los depósitos de grasa regionales con factores de riesgo metabólicos en las mujeres chinas. Mediante absorciometría dual de rayos X se midió el depósito total de grasa y regionales, incluyendo la grasa androide y la grasa ginecoide. En los resultados se observa que la grasa androide y la proporción A/G la

asociaron con un aumento significativo de las probabilidades ( $OR = 1 \cdot 4\text{-}3 \cdot 7$ ;  $P < 0.01$ ) para casi todos los factores de riesgo, mientras que la grasa ginecoide la asociaron independientemente con probabilidades significativamente menores ( $OR = 0 \cdot 3\text{-}0 \cdot 6$ ;  $P < 0.01$ ). Las asociaciones inversas de grasa ginecoide con los factores de riesgo metabólico se mantuvieron después de ajustarla para grasa androide. Incluso si el nivel de grasa androide estaba en la escuela, las mujeres en el tercil más alto de grasa ginecoide tenían menos probabilidades de tener al menos dos factores de riesgo metabólico en comparación con las mujeres en el tercil más bajo de grasa ginecoide ( $p$  para la tendencia  $< 0.01$ ). Concluyeron que hubo asociación de la grasa androide y proporción A/G con los riesgos metabólicos en las mujeres chinas. La grasa ginecoide en lugar de grasa androide podría ser una inclusión más importante en la evaluación del riesgo de enfermedad metabólica en las mujeres asiáticas.<sup>3</sup>

**Samsell L. y col. (2014)** efectuó una investigación titulada “Importancia de la proporción de grasa androide/ginecoide en la predicción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas en el peso normal, así como en los niños con sobrepeso y obesidad”, cuyo objetivo fue determinar si la proporción de grasa androide/ginecoide (A/G) se correlaciona positivamente con la resistencia a la insulina, HOMA2-IR, y dislipidemia en una muestra de niños con diferentes tamaño de cuerpo. Los resultados muestran que en los niños de 7-13 años de edad, con los percentiles de IMC que van de 0.1 a 99.6, la relación A/G estaba estrechamente asociada con la resistencia a la insulina y el colesterol LDL combinado + VLDL-colesterol. Cuando los separaron por sexo, se hizo evidente que estas relaciones fueron más fuertes en los niños que en las niñas. Los sujetos fueron estratificados en el percentil del IMC. Para los niños, la relación A/G fue significativamente relacionados con resistencia a la insulina, independientemente del índice de masa corporal. Para las niñas, sólo el LDL + VLDL mostró importancia con la relación A/G. Concluyeron que la proporción de grasa A/G está estrechamente asociada con la resistencia a la insulina y el colesterol LDL + VLDL, "malo" en los niños de peso normal y puede proporcionar una medida del riesgo de enfermedad metabólica y cardiovascular en esta población.<sup>5</sup>

**Park S. y col. (2016)** “La relación entre la aterosclerosis coronaria y la distribución de la grasa corporal medido utilizando absorciometría de rayos X de energía dual”, que tuvo como objetivo evaluar la relación entre la distribución de grasa del tronco y el grado de aterosclerosis coronaria. Midió la grasa corporal total y la distribución regional de la grasa utilizando la absorciometría dual de rayos x (DXA) en 746 pacientes coreanos sometidos a angiografía coronaria. Utilizaron las proporciones de masa grasa del tronco sobre la masa grasa total (MGtronco/MGtotal), la masa grasa del tronco sobre la masa grasa en ambas piernas (MGtronco/MGpiernas) y la masa grasa del tronco sobre masa grasa en ambos brazos (MGtronco/MGbrazos). Todos esos parámetros los usaron como parámetros para el cálculo de la grasa del tronco. La extensión de la aterosclerosis coronaria se evaluó mediante el marcador Gensini. En sus resultados se encontró que la media de puntuación Gensini de los pacientes fue de  $21,3 \pm 24,4$ . Las correlaciones MGtronco/MGtotal, MGtronco/MGpiernas y MGtronco/MGbrazos reveladas fueron positivas con la puntuación Gensini ( $r = 0,242$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = 0,219$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = 0,133$ ,  $p < 0,001$ , respectivamente). Al contrario del índice de masa corporal (IMC) y la masa grasa corporal total que no se correlacionó con la puntuación Gensini. En el análisis de regresión múltiple, MGtronco/MGtotal estaba asociado con la puntuación Gensini independientemente de la edad, sexo, índice de masa corporal y los principales factores de riesgo de enfermedad cardíaca coronaria ( $B = 0,039$ ,  $p < 0,001$ ). Concluyendo que la distribución de la grasa troncal se asocia con la extensión de la aterosclerosis coronaria y clínicamente más relevante en comparación con la grasa corporal total o índice de masa corporal en los pacientes coreanos.<sup>6</sup>

**Lorente R, Silveira M, Azpeitia J, Muñoz A, Arevalo N y Saez J (2010)** publicaron un trabajo titulado “Utilidad del estudio DXA en la valoración del riesgo cardiovascular. Relación entre la distribución de grasa pélvica y los valores de homocisteína sérica”, que tuvo como objetivo valorar la distribución de la grasa abdominal en una muestra de pacientes y determinar la posible asociación entre distribución de grasa pélvica analizada con DEXA y elevación de los niveles de homocisteína sérica. Fue un estudio prospectivo en pacientes adultos valorados en consulta de nutrición del Hospital Infanta Leonor.



Obtuvieron como resultados diferentes valores de relación entre la distribución grasa del cuerpo en pacientes normopesos, en sobrepeso y obesidad y que el 100% presentaba niveles normales de B12. Sólo 2 pacientes presentaron valores en rango bajo de ácido fólico. En los pacientes con homocisteína normal ( $< 13,9$  microM/l), la A/G ratio media fue de 1,07 (rango intercuartil 1,01-1,12), sin diferencias estadísticas con el grupo de pacientes con homocisteína elevada ( $> 13,9$  microM/l), con A/G ratio media de 1,09 (1,04-1,14). De esta forma concluyen que la determinación del A/G ratio mediante DEXA es una herramienta simple y práctica para valorar la distribución de grasa pélvica, que DEXA puede ser una técnica útil en la valoración del riesgo cardiovascular en los pacientes con exceso ponderal o bajo peso y que no se ha evidenciado una asociación entre los niveles de homocisteína y la distribución de la grasa pélvica, valorada mediante A/G ratio.<sup>7</sup>

**Rodríguez R, Tejerina A, Camacho A, Rosety I, Díaz A, Fornieles G, et al. (2013)** llevaron a cabo una investigación titulada “Correlaciones entre Marcadores de Grasa Abdominal Obtenidos por Densitometría y Técnicas Antropométricas Convencionales en Mujeres Postmenopausicas con Síndrome Metabólico”, con el objetivo de identificar correlaciones estadísticamente significativas entre parámetros de masa grasa abdominal obtenidos por densitometría (DXA) y otros de tipo cineantropométrico (índices de distribución de masa grasa) y bioquímico (perfil lipídico) en mujeres postmenopausicas con síndrome metabólico. Se trató de un estudio de cohortes histórico que tuvo como muestra a 1326 mujeres post-menopausicas con edad mayor a 45 años y que se habían sometido rutinariamente a DXA para conocer su densidad mineral ósea entre enero del 2006 a enero del 2011. Se utilizó un DXA tipo Lunar DPX-L para determinar la masa grasa abdominal en las regiones de interés L1-L4 y L3-L4. Además del DXA, se obtuvo de cada participante la correspondiente anamnesis, análisis bioquímico, tensión arterial e índices de distribución de masa grasa mediante técnicas antropométricas convencionales. En los resultados se observó que la mayor fuerza de asociación se estableció entre el porcentaje de masa grasa L1-L4 obtenido por DXA y el perímetro de la cintura ( $r= 0,77$ ;  $p= 0,0016$ ). También se identificaron correlaciones significativas

entre marcadores obtenidos por DXA y el perfil lipídico sérico. La mayor fuerza de asociación, aunque de naturaleza negativa, se estableció entre la masa grasa L1-L4 y los niveles de colesterol HDL ( $r = -0,58; p = 0,0290$ ). Concluyeron que el perímetro de la cintura y los niveles de colesterol-HDL podrían recomendarse como predictores del comportamiento de la masa grasa abdominal en regiones de interés L1-L4 y L3-L4 obtenidas por DXA en mujeres postmenopausicas con síndrome metabólico.<sup>8</sup>

En nuestro país, se ha identificado una prevalencia nacional de 16.8% de síndrome metabólico, siendo en Lima Metropolitana de 20.7% y en el resto de la costa 21.5%; la menor prevalencia de síndrome metabólico se dio en la Sierra Rural, con 11.1%.<sup>9</sup>

En los últimos años se ha ido incorporando un nuevo estudio para evaluar la composición corporal utilizando la Absorciometría Dual de Rayos X debido al creciente aumento de la prevalencia de obesidad en la población mundial y nacional, sin embargo, en el Perú no existe estudios que desarrollen la importancia de esta técnica, en la valoración de la composición regional de masa grasa de los pacientes con síndrome metabólico.

La trascendencia de la obesidad radica en el aumento de la morbimortalidad asociada especialmente a las alteraciones metabólicas. Siendo la obesidad abdominal la de principal preocupación, ya que el alto metabolismo del tejido graso visceral de esta región se relaciona a una serie de factores fisiopatológicos que finalmente desemboca en un incremento del riesgo cardiovascular, llevándonos a un incremento de la mortalidad, se realiza la presente investigación con la finalidad de cuantificar la composición total y por regiones de la masa grasa de todo el organismo, demostrando grandes ventajas sobre métodos de medición indirectos que son poco precisos e imagenológicos que usan dosis de radiación mucho más altas.<sup>10</sup>

El estudio de composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X en los pacientes con síndrome metabólico, en nuestro país es de magnitud desconocida, y el uso de este examen es sumamente bajo en los Centros Hospitalarios Nacionales.

En la Clínica Internacional, se ha implementado este procedimiento, sin embargo, aún no existe evidencia científica nacional que corrobore los beneficios de esta técnica, ni tampoco existen tablas de referencia a nivel nacional, latinoamericano y mundial, respecto a este tema. El propósito es conocer la distribución y cuantificación de la grasa corporal en los pacientes con síndrome metabólico y difundir la importancia de la absorciometría dual de rayos x en este estudio, ya que estos pacientes están sujetos a un alto riesgo cardiovascular y diabetes dependiendo del porcentaje y localización del tejido graso de su organismo

Por tal motivo nos formulamos la siguiente pregunta: ¿Cómo es la composición regional de masa grasa por absorciometría dual de rayos x en pacientes con síndrome metabólico atendidos en la Clínica Internacional, del departamento de Lima en el año 2016?

## **1.2 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:**

Actualmente con el advenimiento del estudio de composición corporal por Absorciometría Dual de Rayos X se hace posible la estimación de la composición total y por regiones; la cuantificación y distribución de la grasa de todo el organismo.

La implementación del registro de los resultados de la presente investigación permitirá sentar los primeros datos para establecer rangos de porcentaje y distribución de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X en la población peruana; además de proporcionar a los proveedores de asistencia sanitaria una herramienta temprana para ayudar en la prevención y detección del riesgo cardiovascular en los pacientes con síndrome metabólico; se busca también difundir los resultados obtenidos y con ello se espera disminuir la tasa de morbilidad, demostrando así el valor que tiene la Absorciometría Dual de Rayos X en la valoración de la cuantificación y distribución de la grasa abdominal de los pacientes con síndrome metabólico.

El trabajo de investigación servirá de base estadística y fuente bibliográfica para futuras investigaciones en el campo de la Absorciometría Dual de Rayos X que tengan como propósito ahondar en esta problemática.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general:**

- Identificar la composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X en pacientes con síndrome metabólico en la Clínica Internacional en el año 2016.

### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Determinar el índice de masa corporal en los pacientes con síndrome metabólico.

- Determinar el porcentaje de grasa androide y ginecoide en los pacientes con síndrome metabólico.
- Determinar la proporción androide/ginecoide en los pacientes con síndrome metabólico.
- Determinar la composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X según edad, sexo e índice de masa

## **1.4 BASES TEÓRICAS:**

### **1.4.1 Base teórica**

#### **Organización de la Composición Corporal:**

Los principales componentes del organismo humano están organizados en cinco niveles, jerarquizados según su connotación biológica y genética, siendo estos el nivel:

- Atómico
- Molecular
- Celular
- Tisular y
- Global

En el nivel atómico, la masa corporal está compuesta básicamente por once elementos químicos, así la composición corporal podría dividirse en oxígeno, carbono, hidrogeno, nitrógeno, calcio, fosforo, potasio, azufre, sodio, cloruro y magnesio. Ya a nivel molecular, la composición corporal puede ser dividida en seis componentes: los lípidos, las proteínas, los carbohidratos, los minerales óseos, los minerales no óseos y el agua.<sup>1, 11.</sup>

La composición corporal en el nivel celular tiene tres compartimentos: las células, los líquidos extracelulares y los sólidos extracelulares. Por otro lado, el nivel tisular de la composición corporal está formado por cinco componentes: el tejido adiposo, tejido

muscular esquelético, tejido óseo, órganos y vísceras y tejido residual. Por último, en el nivel global la composición corporal no es resultado del fraccionamiento del cuerpo, pero sí de las propiedades de este como talla, índice masa corporal, superficie corporal y densidad corporal.<sup>1</sup>

Este interés en medir la composición corporal tuvo su inicio en el siglo XIX. Hasta el inicio del siglo XX, el análisis de la composición corporal era llevado a cabo a través de la disección de cadáveres, que actualmente es considerada el único método directo de evaluación de la composición corporal. Después, a mediados del siglo XX surgieron los métodos indirectos que establecen los principios utilizados hasta el día de hoy, el pesaje hidrostático (estándar para todos los otros métodos indirectos) y el modelo de dos componentes (masa grasa y masa libre de grasas) como base para los estudios de la composición corporal<sup>1</sup>.

### **Compartimentos corporales:**

Nuestro cuerpo está constituido por múltiples sustancias (agua, grasa, hueso, músculo, etc.) pero, de todas ellas, el agua es el componente mayoritario. El agua constituye más de la mitad (50-65%) del peso del cuerpo y en su mayor parte (80%) se encuentra en los tejidos metabólicamente activos. Por tanto, su cantidad depende de la composición corporal y, en consecuencia, de la edad y del sexo: disminuye con la edad y es menor en las mujeres. Aparte del agua, otros dos componentes fundamentales de nuestro cuerpo son<sup>12</sup>:

**El tejido magro o masa libre de grasa (MLG):**

Constituye el 80% en el que quedan incluidos todos los componentes funcionales del organismo implicados en los procesos metabólicamente activos. Por ello, los requerimientos nutricionales están generalmente relacionados con el tamaño de este compartimento; de ahí la importancia de conocerlo. El contenido de la MLG es muy heterogéneo e incluye: huesos, músculos, agua extracelular, tejido nervioso y todas las demás células que no son adipocitos o células grasas. La masa muscular o músculo esquelético (40% del peso total) es el componente más importante de la MLG (50%) y es reflejo del estado nutricional de la proteína. La masa ósea, la que forma los huesos, constituye un 14% peso total y 18% de la MLG<sup>12</sup>.

**El compartimento graso, tejido adiposo o grasa de almacenamiento:**

Constituye el 20% está formado por adipocitos. La grasa, que a efectos prácticos se considera metabólicamente inactiva, tiene un importante papel de reserva y en el metabolismo hormonal, entre otras funciones. Se diferencia, por su localización, en grasa subcutánea (debajo de la piel, donde se encuentran los mayores almacenes) y grasa interna o visceral. Según sus funciones en el organismo, puede también dividirse en grasa esencial y de almacenamiento<sup>12</sup>.

**Grasa visceral:** conocida como grasa intra-abdominal, es localizada dentro de la cavidad abdominal, almacenada entre los órganos (estómago, hígado, intestinos, riñones, etc.). La grasa visceral está compuesta por depósitos adiposos, incluyendo tejido mesentérico y tejido blanco adiposo del epidídimo, y depósitos perirrenales. Esta grasa actúa como un órgano más y trabaja independientemente con una actividad metabólica propia, incrementando el factor de inflamación y liberando sustancias implicadas en la aparición de enfermedades metabólicas. Es una grasa más propia de los hombres, que de

manera natural acumulan más grasa abdominal. Es lo que da al cuerpo masculino la típica forma de manzana.

**Grasa subcutánea:** es grasa que se acumula debajo de la piel, por encima del músculo, y generalmente se encuentra en la parte inferior del cuerpo, caderas y muslos. Se relaciona más con el sexo femenino y es lo que le da la típica forma de pera.

La cantidad y el porcentaje de todos estos componentes es variable y depende de diversos factores como edad o sexo, entre otros. La MLG es mayor en hombres y aumenta progresivamente con la edad hasta los 20 años, disminuyendo posteriormente en el adulto. El contenido de grasa, por el contrario, aumenta con la edad y es mayor en las mujeres. Una vez alcanzada la adolescencia las mujeres adquieren mayor cantidad de grasa corporal que los hombres y esta diferencia se mantiene en el adulto, de forma que la mujer tiene aproximadamente un 20-25% de grasa mientras que en el hombre este componente sólo supone un 15% o incluso menos.<sup>12</sup>

### **Modelos de análisis de la composición corporal:**

Actualmente, los métodos de análisis de la composición corporal son divididos en tres grupos: el directo, los indirectos y los doblemente indirectos.

#### **El método directo:**

Tiene que ver con la disección de cadáveres y por más que cuente con una excelente fiabilidad, su aplicación y utilidad es muy limitada.<sup>1</sup>

#### **Métodos indirectos:**

Los métodos indirectos de evaluación de la composición corporal, no realizan la manipulación de los tejidos que son analizados, por lo que se realiza un análisis de la composición corporal in vivo. Estos métodos son validados a partir del método directo o de la densitometría y posibilitan medir/estimar los tejidos corporales. A pesar de tener alta fiabilidad, los métodos indirectos son poco



accesibles, limitados y con alto coste financiero. En esta revisión, serán abordados los métodos de la tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética nuclear (RMN), Absorciometría dual de rayos X (DXA), debido a que son utilizadas en la investigación y en los medios clínicos.<sup>1,13</sup>

#### ***Tomografía axial computarizada:***

La TAC se basa en el uso de un escáner de emisión de rayos-X que traspasan al sujeto. La intensidad de salida del rayo-X es monitorizada por una serie de detectores que codifican la señal para producir una imagen visual.

Así pues, la transmisión de salida se utiliza para calcular el coeficiente de atenuación media a lo largo de la longitud del haz de rayos-X. Estos coeficientes se miden en unidades Hounsfield (UH).<sup>1, 13</sup>

Junto con la RMN, la TAC es considerada el método más preciso para medir la cantidad y distribución del músculo y del tejido adiposo en el cuerpo. Una de las mayores ventajas de esta técnica es que permite medir la grasa infiltrada en el músculo esquelético. Además, tiene gran precisión ( $r^2=0,99$ ) y repetitividad (coeficiente de variación entre 1,2% y 4,3%), proporciona mayor información sobre los músculos, tejido adiposo y órganos que otros métodos. Las desventajas de este método tienen que ver con la exposición del paciente a una elevada dosis de radiación y el coste de este instrumento.<sup>1, 14</sup>

#### ***Resonancia Magnética Nuclear:***

La RMN es una técnica que puede proporcionar imágenes de los componentes corporales y la composición química de los tejidos. Así mismo, puede utilizarse para conocer la composición corporal total o de un área concreta. Esta técnica se basa en la interacción entre los núcleos atómicos del hidrógeno y los campos magnéticos generados y controlados por el dispositivo.<sup>1, 13</sup>

Las ventajas de este método son la validez para medir la grasa visceral y la capacidad de establecer inferencias sin someter al sujeto a las radiaciones de la TAC; su precisión es muy elevada, con un  $r^2=0,99$  y un coeficiente de variación entre 2,1 y 6,5%<sup>20</sup>; la consideración de este método como goldstandard a la hora de medir la masa muscular y a la hora de medir la cantidad y el volumen de tejido adiposo abdominal. Además, este método no emite radiación ionizante. Por otro lado, las posibles desventajas de este método son el elevado coste y la baja accesibilidad a esta técnica; la realización manual de las mediciones y la necesidad de mucho material clínico; y la definición de diferentes depósitos de tejido adiposo, que depende de la configuración del escáner de RMN.<sup>15, 16</sup>

#### ***Absorciometría dual de rayos X (DXA):***

La DXA es un instrumento utilizado para medir diferentes parámetros de la composición corporal como la masa muscular, la masa grasa y la densidad mineral ósea (DMO), pudiéndose detectar posibles enfermedades. En un principio la DXA fue concebida para medir la DMO, con las mejoras tecnológicas fue ampliando sus posibilidades de medición, siendo considerada, actualmente, como el método de referencia en el estudio de la composición corporal en investigaciones clínicas.<sup>14</sup>

El procedimiento por el cual la DXA estima la composición corporal se establece a través de la atenuación de fotones. El estudio de la composición corporal con DXA asume que existen tres tipos de componentes en el cuerpo con base en las propiedades de atenuación de los rayos X: masa grasa, masa muscular y la masa mineral esquelética. Los tejidos blandos por su alto contenido en agua y compuesto orgánico reducen de menor manera el flujo de fotones en comparación con el mineral del hueso y por ello, los píxeles que contienen hueso son mucho más fáciles de distinguir. Así la DXA permite separar primeramente

al cuerpo en dos componentes principales: el tejido óseo y el tejido blando, pudiendo separarse el tejido blando en masa grasa y masa magra.<sup>17</sup>

Como cualquier instrumento de medición, la DXA tiene asociadas ventajas y desventajas. Las posibles ventajas de este método tienen que ver con ser una técnica no invasiva, fácilmente aplicable y con una radiación muy pequeña ( $<0,1 \mu\text{Gy}$ ), equiparable a un 10% de la sufrida en una radiografía de tórax,<sup>17</sup> así como con un tiempo de aplicación muy reducido y que mide diferentes regiones corporales, como masa grasa, masa muscular y DMO, por separado; presenta menor coste con respecto a los métodos considerados goldstandard como son la RMN y la TAC; está considerada como el nuevo goldstandard para la medición de la composición corporal, ya que permite realizar mediciones de segmentos corporales en serie, posee una elevada precisión y fiabilidad ( $r^2=0,996$ ) y baja variabilidad de medida (coeficiente de variación menor que 4%) en relación a otros métodos de referencia; además, permite el diagnóstico y el seguimiento de la osteoporosis; estima la grasa abdominal; es capaz de cuantificar la masa grasa con un coeficiente de variación del 2%; y para la masa muscular de las extremidades inferiores tiene buenas correlaciones RMN y TAC.<sup>18, 19</sup>

Las desventajas de este método tienen que ver con el tamaño de la zona de exploración, ya que en un principio se desarrolló para determinados grupos de edad (mujeres ancianas) y para focalizar la determinación en algunas áreas corporales, así como la dificultad de medición en personas con una altura mayor de 190 cm y una anchura, incluyendo sus brazos, de más de 58 cm; presenta posibles diferencias entre aparatos de diferentes fabricantes cuando se evalúa una muestra; aun no proporciona una buena fiabilidad para ser considerada goldstandard en personas con un peso inferior a 40 kg; es un aparato caro; y las actualizaciones de los software utilizados por los aparatos suelen incluir nuevos algoritmos para calcular la composición corporal lo que puede afectar a los cálculos de las mediciones en los individuos.<sup>10, 17</sup>

### **Métodos doblemente indirectos:**

Los métodos doblemente indirectos de análisis de la composición corporal también son técnicos para medir la composición corporal in vivo y en general, fueron validados a partir de los métodos indirectos y por eso, presentan un margen de error muy grande, cuando son comparados con los métodos indirectos. Entretanto, en razón de los altos costes de los métodos indirectos y de la sofisticación metodológica, los métodos doblemente indirectos como la antropometría y la impedancia bioeléctrica ganan importancia debido a su sencillez, seguridad, facilidad de interpretación y bajas restricciones culturales. Además, estos métodos presentan mejor aplicación práctica y menor coste financiero, lo que permite su empleo en investigaciones y estudios epidemiológicos. A continuación serán abordados los métodos de la antropometría y de la impedancia bioeléctrica.<sup>1, 13</sup>

### ***Impedancia bioeléctrica:***

La impedancia bioeléctrica se utiliza para el cálculo del agua total del cuerpo, masa grasa y masa libre de grasa. Este método se basa en el principio de que la conductividad del agua del cuerpo varía en los diferentes compartimentos, así este método mide la impedancia a una pequeña corriente eléctrica aplicada a medida que pasa a través del cuerpo.<sup>13</sup>

La impedancia varía de acuerdo con el tejido que se está evaluando, siendo que la masa libre de grasa presenta una buena conductibilidad eléctrica por poseer elevada concentración de agua y electrolitos, mientras la masa grasa no es un buen conductor eléctrico, lo que permite decir que la impedancia es directamente proporcional a la cantidad de grasa corporal. Los valores de impedancia bio-

eléctrica se convierten en valores que reflejan el agua corporal total o líquido extracelular para posteriormente, a través de ecuaciones, conocer la masa muscular.<sup>14, 18</sup>

Las principales ventajas de este método son su carácter no invasivo, que el aparato es relativamente barato, la evaluación presenta un bajo coste, es de fácil aplicación y es un método muy rápido. Entretanto, presenta desventajas como limitaciones de aplicación en pacientes que presentan retención de líquidos, edemas periféricos, problemas hidrostáticos o que haga uso de medicación diurética. Además de esto, un ligero cambio en el lugar de los electrodos puede producir una variabilidad de un 2% de los resultados en diferentes días.<sup>1</sup>

### ***Antropometría:***

La antropometría consiste en la evaluación de las diferentes dimensiones corporales y en la composición global del cuerpo, siendo utilizada para diagnosticar el estado nutricional de poblaciones y la presencia o ausencia de factores de riesgo cardiovascular, como la obesidad o la cantidad de grasa abdominal. De las innumerables técnicas utilizadas en la antropometría, el índice de masa corporal (IMC) es el más empleado y aporta informaciones acerca del estado nutricional del sujeto. La relación entre circunferencia de la cintura y de la cadera también es otra técnica antropométrica muy empleada y recomendada por la Organización Mundial de la Salud como un buen predictor de la obesidad central en estudios poblacionales.<sup>1, 13</sup>

Estas dos técnicas antropométricas tienen especial importancia pues valores elevados en el IMC o de la razón cintura-cadera están asociados con una mayor incidencia de mortalidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares.<sup>20</sup>

Las ventajas del método de antropometría son el bajo coste de su aplicación, cuando es comparado con otros métodos, la facilidad de su aplicación, su sencillez, la facilidad de transporte lo que permite su utilización en

investigaciones de campo, además de estar validado para una amplia franja poblacional que engloba desde niños, hasta mayores, pasando por atletas y personas enfermas. Por otro lado, este método presenta desventaja como un gran margen de error, entre 3 y 11%; la necesidad de ser realizado por personas altamente entrenadas para que la medida sea fiable; la posibilidad de producir resultados dispares cuando las mediciones son realizadas por personas diferentes o con instrumentos diferentes; la necesidad de determinación exacta de los puntos anatómicos para que se produzca comparaciones entre resultados; la dificultad de aplicación en personas obesas o con grandes cantidades de grasa; y so no recomendación en situaciones de deshidratación o retención de líquidos.<sup>1, 13</sup>

Tabla 1. Comparación de los métodos de evaluación de la composición corporal.

Método	Accesibilidad	Especificidad	Precisión	Reproducibilidad	Radiación
TAC	Muy baja	Muy alta	Muy alta	CV 1,2-4,3%	Si (6-10mSv)
RMN	Muy baja	Muy alta	Muy alta	CV 2,1-6,5%	No
DXA	Baja	Baja	Alta	CV <1-4%	Si (0,003-0,06mSv)
Plestimografía	Baja	Media	Alta	CV adultos 1,7-4,5% Niños 25% Niñas 44%	No
Impedancia Bioeléctrica	Alta	Baja	Media	CV 4-9,8%	No
Antropometría	Muy alta	Baja	Baja	Muy variable	No

**Fuente:** Costa et al.; 2015: 392.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los métodos de evaluación de la composición corporal

Método	Ventajas	Desventajas
TAC	Gran precisión y repetitividad	Exposición a altas radiaciones y material caro
RMN	Gran precisión y repetitividad para el tejido adiposo y muscular en todo el cuerpo y zonas específicas	Caro, realización manual de las mediciones, variación dependiente de la configuración del escáner
DXA	Fácil de usar, baja radiación, muy preciso para extremidades y grasa	Caro y se requiere de un radiólogo especializado para ser manejado
Plestitografía	Precisión y rapidez	Material caro y poco preciso en algunas enfermedades
Impedancia bioeléctrica	Barato, portátil, simple, seguro y rápido	Para población específica, mala precisión en individuos y grupos
Antropometría	Barato, no invasivo	Baja reproducibilidad, sensibilidad y especificidad

**Fuente:** Costa et al.; 2015: 392.

### **Absorciometría Dual de Rayos X (DXA):**

#### **Principios Físicos y Técnicos:**

DXA es la técnica estándar de oro en la evaluación de la composición corporal a nivel molecular y se basa en un modelo de 3 compartimentos.<sup>21</sup>

El principio físico básico del DXA es la medición de la transmisión a través del cuerpo de los rayos X en dos niveles distintos de energía (alta y baja). En unos casos, el generador emite de forma alternante radiación de alto (140 kVp) y bajo (70-100 kVp) kilovoltaje mientras se desplaza sobre la superficie del cuerpo que va a estudiar. En otros, el generador emite un haz constante a la vez que se interpone un filtro de tierras raras que separa fotones de alta (70 KeV) y baja energía (40 KeV).<sup>21, 22</sup>

La fuente de rayos X genera un haz de rayos X, que consiste en partículas de fotones realizadas a través energía electromagnética. Las energías del haz de rayos X se atenúan durante el paso a través de tejidos y la atenuación está influenciada por la intensidad de la energía y la densidad y espesor de los tejidos humanos. La atenuación del haz de rayos X disminuye a medida que aumenta la energía de fotones. Materiales de baja

densidad (tejidos blandos) permiten que más fotones que pasan a través de él, por lo que atenuación del haz de rayos X es menor en comparación a materiales de alta densidad tales como el hueso. La diferencia en la atenuación de los dos picos de energía de rayos X es específica para cada tejido.

Hoy en día los dos principales fabricantes de DXA son Hologic Inc. (Bedford, MA, EE.UU.) y GE Lunar-Inc. (Madison, WI, EE.UU.). Los principales avances tecnológicos han tenido lugar con la transición progresiva de densitómetros haz de lápiz a densitómetros con haz en abanico. Los densitómetros con haz de lápiz utilizan un haz de lápiz altamente colimado de rayos X con un solo detector. Debido a que la exploración se realiza de una forma rectilínea, los tiempos de adquisición son relativamente largos. A diferencia de los densitómetros de haz en abanico que utiliza un haz de rayos X en forma de abanico y un conjunto de detectores que se caracterizan por un único movimiento del brazo de rayos X en los tejidos que deben analizarse. Esta mejora tecnológica permite una mejor resolución y a veces un más rápido escaneo. Las Desventajas de los densitómetros de haz en abanico son mayor dosis de radiación y aumento inherente de tejidos escaneados debido a la proximidad de cuerpo para la fuente de rayos X: esta limitación, que se ha demostrado que afectan significativamente la medición de la densidad ósea, se ha superado por la introducción de densitómetros con un haz en abanico más estrecho.<sup>21</sup>

El avance más reciente en la tecnología DXA fue la introducción del modelo GE Lunar iDXA, un densitómetro de haz en abanico estrecho con un mayor número de detectores, proporcionando una mejor resolución (1,05 mm longitudinalmente, 0,6 mm lateralmente) y calidad de imagen (Fig. 1. Ver Anexo N°4). Una mejor resolución garantiza una detección más precisa en el borde óseo y, en consecuencia, el desarrollo de algoritmos superiores para evaluación de la composición corporal.<sup>23</sup>

En resumen, los densitómetros de última generación (GE Lunar iDXA) permiten que en una sola exploración de todo el cuerpo se pueda evaluar la composición corporal con



una imagen de alta resolución y una ampliación insignificante, lo que significa una alta precisión de los datos. Además ambas técnicas aseguran una baja dosis de radiación para los pacientes y un tiempo de adquisición rápida.

### **La dosis de radiación:**

El DXA expone a los pacientes a dosis bajas de radiación. La dosis efectiva a un adulto de unos exámenes de todo el cuerpo, es de entre 0,1 y 75  $\mu\text{Sv}$  dependiendo del fabricante, el modelo y el modo de escaneo utilizado. La dosis efectiva del densitómetro GE Lunar iDXA es de 4,7  $\mu\text{Sv}$ . Para explicar de una manera más práctica la dosis de exposición de los diferentes exámenes de rayos X es útil compararlos con el tiempo de exposición natural de radiación terrestre (2,4 mSv al año y 6,7  $\mu\text{Sv}$  un día). Por ejemplo, TAC de tórax da una dosis efectiva de radiación equivalente a varios años de exposición a la radiación de fondo natural, mientras que el DEXA de cuerpo total da la dosis equivalente de 1 día o menos.<sup>21</sup>

Dado que la dosis de exposición de los pacientes es tan baja, DXA es una técnica segura también para los operadores. La Comisión Internacional sobre Protección Radiológica (ICRP) recomienda que la dosis efectiva para los trabajadores expuestos debe limitarse a 100 mSv/5 años (un máximo de 50 mSv en un año o un promedio de 20 mSv/año). Suponiendo un año de trabajo de 2000 horas (8 h/día x 5 días/semana x 50 semanas/año) esto corresponde a una dosis media de 10  $\mu\text{Sv/h}$  en el área de trabajo. El conjunto límite de dosis anual por ICRP para los miembros del público es de 1 mSv / año. Si este límite inferior es traducido en el lugar de trabajo, 1 mSv / año corresponde a 0,5 Sv / h en el área de trabajo.<sup>24</sup>

La exposición a la radiación para los tecnólogos de DXA es en general muy baja si todos los procedimientos se realizaron de acuerdo a las directrices del fabricante. Las tasas de dosis de dispersión reportados a 1 m del centro del eje de la tabla paciente de unas pocas

décimas de 1 a 5  $\mu\text{Sv/h}$  dependiendo del modelo de escáner (por ejemplo el iDXA a 1 m = 5,6  $\mu\text{Sv/h}$ ).<sup>25</sup> A partir de estos valores, cálculos y mediciones recientes indican que la dosis anual de los sistemas de haz en abanico para un trabajo promedio (20 pacientes/día) a 1 m desde el escáner estará entre 0,1 y 1,5 mSv, dependiendo del modelo de escáner. Un aumento de la distancia del operador del paciente y el uso de blindaje inmóvil puede reducir la exposición a la radiación del operador.

La necesidad de protección depende principalmente de la carga de trabajo del paciente, tamaño de la sala de examen y el tipo de escáner DEXA (especialmente para la tecnología de haz en abanico).<sup>25</sup>

### **Adquisición del examen:**

Los errores o la variabilidad en las mediciones DXA en el estudio de composición corporal se pueden clasificar en dos categorías: errores técnicos generados intrínsecamente por los errores de precisión de la máquina o por la colocación incorrecta del sujeto en la camilla del equipo o por la inexactitud de la imagen post-transformación y variaciones biológicas, que incluyen cambios en el estado de hidratación de los tejidos derivados de los efectos a corto plazo de ejercicio, los posibles efectos de los alimentos y la ingesta de líquidos y a largo plazo cambios en la composición corporal provocados por cambios en la dieta o el ejercicio.

El conocimiento de las posibles causas y la magnitud de la técnica errores de calibración y las condiciones biológicas en las mediciones es esencial para el desarrollo de protocolos estandarizados de adquisición, así mismo en cuanto al correcto post-procesamiento de la imagen. Sin embargo, en primer lugar, la selección adecuada de los sujetos que pueden someterse a la exploración por DXA es fundamental.

### **Contraindicaciones y limitaciones:**

La posición de la Sociedad Internacional de Densitometría Clínica (ISCD) es que el DXA de cuerpo total no debe realizarse en mujeres embarazadas, aunque no hay justificación suficiente de la exposición a la radiación durante el embarazo.<sup>26</sup> La radiación de dosis efectiva del DXA es extremadamente baja y los riesgos fetales de la radiación se dan a una dosis >50 mGy.<sup>26</sup>

Los medios de contraste y radiofármacos no son una absoluta contraindicación, ya que no alteran las mediciones DXA cuando el contraste o isótopo se elimina del cuerpo. Por otro lado, algunos de ellos, pueden influir en las mediciones DXA causando artefactos durante su persistencia en el cuerpo. Los estudios de bario y yodo pueden causar un considerable artefacto, alterando lecturas de la densitometría. Por ejemplo Sala et al. observó un aumento de la medición de todo el cuerpo, aumentado la medida ósea en un 25% y la masa magra del 10% con la correspondiente disminución de la masa grasa de 25% 3 h después de la administración de contraste yodado, las mediciones volvieron a los valores basales después de 1 semana.<sup>27</sup>

El mismo trabajo también informó que los parámetros de exploración DXA de todo el cuerpo se ven afectados tanto por el uso de agentes de contraste de MRI basado en gadolinio o por la presencia de radiactividad administrada para exámenes de medicina nuclear (galio y gammagrafía con tecnecio).<sup>27</sup>

La administración de tecnecio provoca una disminución significativa en la masa grasa y el hueso y un aumento correspondiente en la masa magra. Por lo tanto, dada la posibilidad de artefactos y errores en la medición se debe considerar un retraso en la adquisición de DXA suficiente para despejar el agente desde el cuerpo. El tiempo para limpiar el cuerpo del agente de isótopos o contraste debe basarse en la farmacoterapia específica. Medios de contraste gastrointestinales pueden requerir tiempos más largos.

Los límites de peso de mesa se han establecido para cada dispositivo basado en la integridad estructural y el diseño del instrumento y la capacidad de medir con precisión y exactitud pacientes en ciertos pesos, lo que garantiza una adecuada penetración de los rayos X [22]. En resumen, el embarazo es la única contraindicación general DXA (riesgos fetales). Las contraindicaciones relativas son el peso de sujetos superior al límite de peso de la mesa (por la seguridad de los pacientes y el equipo, así como para la reducción de la precisión de los resultados) y la administración de agentes de contraste de TC y radioisótopos.

### **Preparación:**

Como se ha mencionado, el estudio de composición corporal (CC) está influenciado por la hidratación del cuerpo, así como estómago y el contenido intestinal, se afecta la masa libre de grasa (LM). Durante la intensa actividad física se observa la reducción de la masa total y LM total, se piensa que está asociado con la deshidratación. Por otra parte, el ejercicio también puede producir re-compartimentación del líquido, donde hay una desviación de volumen de sangre desde el tronco hasta la periferia causando aumento de la LM y el total de masa de las extremidades y de forma simultánea reducción de la masa total del LM y del tronco. La actividad física no modifica significativamente compartimientos FM. Además otras condiciones ambientales, tales como la temperatura externa y la cantidad de consumo de agua pueden influenciar la CC a causa del estado de hidratación del sujeto.<sup>10</sup>

Un supuesto fundamental es que los tejidos blandos son normalmente hidratados, para la subdivisión exacta en masa grasa (FM) y LM. DXA se supone que la hidratación del tejido libre de grasa se mantiene constante en 73%. Sin embargo, la hidratación normal puede variar de 67% a 85%. Por lo tanto, a pesar de una e hidratación del tejido libre de grasa de 68,2% a 78.2% no altera

significativamente el porcentaje total de grasa, pero una hidratación severa, como la ascitis o edema, puede afectar la estimación del porcentaje de grasa corporal. En concreto, una hiper-hidratación e hipo-hidratación puede significar una sobrestimación o subestimación de la masa grasa.<sup>28</sup>

Experimentos simulados sugieren que el DXA presenta errores de grasa de alrededor del 1% con cambios de hidratación de 1-5%. La posibilidad de un error en la estimación existe, por varios cientos cuando existe una el sobre hidratación grave, quizás en el rango de 20-25%. En sus estudios Nana et al., encontrado que las actividades diarias normales, el ejercicio y la ingesta de comida puede mostrar una posible influencia en los parámetros. Parece ser que una exploración después del ayuno nocturno (sujetos en ayunas, descansado, e hidratado normalmente antes de las mediciones) proporciona la mejor condición para una medición reproducible de modo que cualquier pequeña pero potencialmente Cambio "real" se puede detectar con confianza.<sup>29</sup>

### **Posicionamiento:**

El paciente tiene que usar solamente la ropa hospitalaria o ropa hecha de material fino y tiene que quitar todo el metal y los objetos externos, para evitar los artefactos y la inexactitud (Fig. 2. Ver Anexo N°4). Los Tecnólogos Médicos tienen que verificar que no hay ayudas de posicionamiento y que otros objetos estén presentes en el campo de lectura.

En la Figura 3 (Ver Anexo N°4) se muestra una correcta adquisición y análisis de la exploración del cuerpo para la evaluación regional. Para la evaluación de todo el cuerpo y regional, es esencial asegurar que cada región incluye la anatomía apropiada. El paciente tiene que ser colocado en el centro del campo de lectura utilizando la línea central de la tabla como guía para la alineación correcta. Las extremidades superiores del paciente son posicionado a lo largo del cuerpo

(maximizar el espacio entre los brazos y el tronco). Las manos no tienen que tocar o superponer la glúteos o abdomen; además, debe haber un mínimo de un 1 cm entre las extremidades superiores, tronco y extremidades inferiores. Las extremidades superiores del paciente no deben sobrepasar las líneas de la exploración campo. La parte superior de la cabeza del paciente tiene que ser de unos 3 cm por debajo del línea horizontal superior del campo de exploración y la parte posterior de la cabeza tienen que estar planos contra la mesa en una posición neutra, evitando una extensión o flexión marcada de la cabeza.<sup>30</sup> Para evitar que el individuo no mueva sus dedos y brazos fuera del campo de lectura o bajo sus nalgas, deben estar unidos con una banda de plástico flexible. También las rodillas y los tobillos tienen que ser sujetadas juntos, para reducir el movimiento del paciente (Fig. 4. Ver Anexo N°4). La imagen correcta final todo el cuerpo tiene que incluir la totalidad del cuerpo del paciente (cabeza, los pies y los brazos de la paciente). La suma de dos exploraciones DXA y la adopción de una posición de rodilla doblada son alternativas propuestas para las personas que son más altas de lo el área de escaneado.

Para las personas que superen la anchura del campo de lectura, cuando los pacientes no puede ser completamente incluidos en el campo de lectura se puede realizar el "análisis de medio cuerpo" (Fig. 5. Ver Anexo N°4). Esta es una opción de software equipada en el escáner DEXA última generación y diseñado para medir la composición del lado izquierdo (no totalmente reflejado) desde el lado derecho por suponiendo simetría del cuerpo. Esta característica demuestra buena correlación con la medición de todo el cuerpo. Para este fin todo el lado derecho del cuerpo tienen que ser incluidos en la exploración, así como toda la cabeza y la columna vertebral con una perfecta simetría posicionamiento del paciente.<sup>30</sup>

## Post-procesamiento

Diez regiones de interés estándar son habitualmente utilizadas para la evaluación de CC (Fig. 6. Ver Anexo N°4).

a) ROI del cuerpo total, que consiste en todo el cuerpo, incluyendo la cabeza, está definida por los límites del campo de lectura (superior, inferior, medial y límites laterales).

b) ROI de medio cuerpo, que consiste en el medio cuerpo excepto la cabeza, se define por la línea media, más línea de la pierna (límite medial) y por los límites del campo de lectura (superior, inferior y lateral).

c) ROI del Tronco, representa el pecho, el abdomen y la pelvis está definido por las líneas de la zona inguinal (límite inferior), la línea de la cabeza (límite superior) y las líneas troncales (límites laterales).

d) ROI del brazo, que consiste en brazo, antebrazo y la mano de la derecha y el lado izquierdo están cada uno definido por los límites del campo de lectura (Lateral y límites más bajos), la línea de la cabeza (límite superior) y la línea troncal, más la línea de la cadera (límite medial).

e) ROI de la pierna, que consiste en el muslo, la pierna y el pie de la derecha y la izquierda cada lado están definidos por los límites del campo de lectura (menor límite), la línea de la pierna (límite medial), la línea de la cadera (lateral frontera) y la línea de la ingle (límite superior).

f) ROI Androide, representa el abdomen central es definido por la línea de la pelvis (límite inferior), las líneas troncales (límites laterales) y una línea horizontal identificados midiendo el 20% de la distancia entre la línea de la pelvis y la línea de la cabeza (límite superior).

g) ROI Ginecoide, representa la región glúteo-femoral se define por una línea horizontal que se coloca caudalmente 1,5 veces la altura de la androide ROI (límite superior) de la línea de la pelvis, las líneas de cadera (límites laterales) y

otra línea horizontal identificado medir dos veces la altura de la ROI androide (límite inferior).

h) ROI de la espina dorsal como columna cervical-dorso-lumbar se define por la línea de la pelvis (límite inferior), la línea de la cabeza (límite superior) y las líneas de la columna vertebral (límites laterales)

i) ROI pelvis se define por la línea de pelvis (límite superior) y las líneas de la ingle (límites superior-laterales).

j) ROI de las costillas, están definidos con ayuda de la línea de la pelvis (límite inferior), la línea de la cabeza (límite superior), la línea de la columna vertebral (límite medial) y la línea troncal (límite lateral).<sup>31</sup>

En cuanto a la manipulación post-procesamiento de la colocación exacta de las regiones de interés se define como sigue (Fig. 7. Ver Anexo N°4)

a). Línea de la cabeza (una línea horizontal) debe ser colocada justo debajo el límite inferior del hueso del mentón.

b) La línea de la pelvis (una línea horizontal) debe ser colocada justo por encima los límites superiores de las crestas ilíacas.

c) Las líneas troncales (dos líneas superiores verticales, cada uno para un lado) que debe ser colocado alrededor del pecho y abdomen y tienen que separar el ROI del brazo de las regiones de interés tronco y androide: la parte superior de cada línea se llama, líneas de corte del hombro y tiene que dividir en dos el húmero-escapular articulación. Cada límite tronco presenta un punto de giro que permite doblar cada línea alrededor del tronco para evitar la inclusión de cualquier tejido de partes blandas en las regiones de interés del cuerpo.

d) Líneas de la cadera (dos líneas inferiores verticales, cada uno por lado) tienen que ser colocado alrededor de la cadera/miembro inferior y tienen que separar el brazo del ROI de la pierna y ginecoide. Cada límite tronco presenta un punto de



giro que permite doblar cada línea alrededor de la cadera para evitar la inclusión de cualquier tejido de partes blandas en las regiones de interés del cuerpo.

e) Líneas de la columna vertebral (dos líneas verticales, cada uno por lado) tienen que ser colocados justo lateral del perfil de hueso vertebral, con el fin de incluir toda la columna vertebral.

f) La línea de la pierna (una línea vertical) tiene que dividir uniformemente las piernas y el pie.

g) Líneas de la ingle (dos líneas en ángulo, cada uno por lado) que pasar a través del cuello femoral.<sup>21</sup>

En los dispositivos más nuevos del ROI columna vertebral se divide el espacio en disco T12-L1, obteniendo así el ROI lumbar y el ROI cérvico-dorsal en el Evaluación de todo el cuerpo. En los últimos años, tanto GE y Hologic han desarrollado nuevo software para la evaluación de la grasa visceral (IVA) (CoreScan TM de GE Lunar y núcleo interno TM de densitómetros Hologic) que usa los mismos principios físicos. La detección del espesor de capa de la grasa subcutánea (SAT), a los lados de la región androide, permite el software mapear el compartimiento total de SAT. La cantidad del IVA se obtiene restando el SAT de la FM androide [28]. (Fig. 8. Ver Anexo N°4)

### **Aplicación y utilidad clínica:**

En la literatura muchos autores demostraron que el uso estandarizados del estudio de composición corporal por DXA es esencial para obtener la precisión necesaria para detectar cambios pequeños, pero significativos, para varios tipos de sujetos (por ejemplo, los atletas y obesos).

Por otro lado una exploración no estandarizada del protocolo DXA reduce la precisión de medición. El uso de un protocolo de buenas prácticas, con técnica estandarizada, con un correcto posicionamiento, con ayuno y reposo, pueden ayudar a futuras investigaciones para determinar con base funcionalmente estimaciones de la menor cambio significativo en la grasa corporal.

Las mediciones precisas y exactas de CC son útiles para una mayor comprensión del metabolismo energético humano en fisiología y en diferentes condiciones clínicas. Muchas enfermedades y procesos afectan a los huesos y otros órganos, incluidos la grasa y el músculo al mismo tiempo, y teóricamente esto sucede para cualquier enfermedad. Por lo tanto, la visión completa del estudio de composición corporal total por DXA hace esta una técnica atractiva para una variedad de clínica investigación y aplicaciones prácticas. Las investigaciones de CC para diversas poblaciones y enfermedades involucradas (por ejemplo, la obesidad y la alimentación trastornos, endocrino, gastrointestinal, renal, y enfermedades infecciosas) así como las condiciones fisiológicas y para fisiológicas como en los atletas o en procesos de crecimiento y envejecimiento (sarcopenia).<sup>21</sup>

El 2013 ISCD pronuncia una Oficial Posición y Orientación respecto al uso del DXA en la evaluación clínica, sugiriendo el estudio de composición corporal por DXA en tres condiciones patológicas:

- Pacientes con VIH, usando agentes anti-retrovirales positivos asociados con un riesgo de lipoatrofia (actualmente estavudina y zidovudine) para evaluar la distribución de la grasa.
- Pacientes obesos sometidos a cirugía bariátrica (o médico, dieta, o regímenes de pérdida de peso con gran pérdida de peso esperada) a evaluar los cambios de masa grasa y magra cuando la pérdida de peso es superior a aproximada 10%;
- Pacientes con debilidad muscular para evaluar la grasa y la masa magra.

A raíz de la posición de la ISCD Oficial Orientación, los valores de la DMO, BMC, la masa total, LM total, el total de MF, y el porcentaje de FM (FM%) deben representar la parámetros básicos en el estudio de CC y deben aparecer en todos los informes.<sup>32</sup>

### **Síndrome Metabólico:**

El síndrome metabólico (SM) es considerado en la actualidad como una importante forma de evaluar el riesgo cardiovascular y la diabetes. El extenso número de publicaciones a nivel mundial nos da una idea de la importancia del diagnóstico y practicidad en su aplicación. Se ha dado varias definiciones a través de los años. En la actualidad se ha tratado de unificar criterios para tener un consenso en su diagnóstico, de tal manera que el síndrome metabólico sea una herramienta útil y práctica para evaluar riesgo cardiovascular y diabetes, además de ser una aplicación sencilla, considerando la población de estudio y región geográfica. La fisiopatología del síndrome ha sido cuestionada en su definición. Se ha descrito a la insulinoresistencia como el pilar para el desarrollo de las alteraciones que conforman el mismo, como son el aumento de la presión arterial, elevación de la glicemia de ayunas, aumento de triglicéridos, disminución del colesterol HDL, así como una condición de obesidad abdominal. La relación entre obesidad abdominal e insulinoresistencia (Figura 9. Ver Anexo N°4) ha sugerido a la primera como origen o factor desencadenante del síndrome. Nos referimos a la obesidad abdominal u obesidad central como un incremento del perímetro abdominal, lo cual representa una medida indirecta del aumento de grasa visceral.<sup>33</sup>

### **Definición y Aspectos Fisiopatológicos:**

El síndrome metabólico es una serie de desórdenes o anormalidades metabólicas que en conjunto son considerados factor de riesgo para desarrollar diabetes y enfermedad cardiovascular.<sup>34</sup>

Se caracteriza por la aparición en forma simultánea o secuencial de diversas alteraciones metabólicas, e inflamatorias a nivel molecular, celular o hemodinámico asociadas a la presencia de resistencia a la insulina y de adiposidad de predominio visceral.<sup>35</sup>

En la actualidad ha tomado gran importancia por su elevada prevalencia y es una referencia necesaria para los profesionales de la salud en la evaluación de los pacientes.

Los criterios diagnósticos propuestos para síndrome metabólico son diversos. Desde el año 1988, en que el Dr. Gerald Reaven describe el síndrome como una serie de

anormalidades que incluye hipertensión arterial, diabetes mellitus y dislipidemia, denominándolo “síndrome X”, donde la resistencia a insulina constituía el factor o principal mecanismo fisiopatológico.<sup>33, 34</sup> se han publicado diferentes artículos y guías respecto al diagnóstico, prevención y tratamiento del síndrome.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), International Diabetes Federation (IDF), National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (ATP III) y la American Association of Clinical Endocrinologists (AACE) han propuesto sus criterios diagnósticos o componentes del síndrome metabólico (tabla 3). Recientemente, la Asociación Latinoamericana de Diabetes - ALAD ha publicado sus criterios diagnósticos, en base a la definición de la IDF, especificando las medidas que debemos utilizar para evaluar perímetro abdominal en la Región América Latina.<sup>36</sup>

El origen fisiopatológico del síndrome metabólico aún está en discusión. Se ha sugerido que la fisiopatología está basada principalmente en la resistencia a insulina, como origen del conjunto de anormalidades que conforman el síndrome. Sin embargo, han surgido algunas controversias. Como lo sugiere en una publicación el American Journal of Clinical Nutrition del año 2006, la cual se titula The metabolic syndrome: is this diagnosis necessary? Dada la estrecha relación entre obesidad abdominal e insulino resistencia, se ha planteado también que la obesidad abdominal sería el más importante de los factores de riesgo y el que conllevaría al desencadenamiento de las demás anormalidades en el síndrome.<sup>37,38</sup>

La obesidad abdominal, que implica el aumento y acúmulo de grasa a nivel visceral (depósito de tejido graso principalmente en hígado, músculo y páncreas), tendría la mayor implicancia en el desarrollo del síndrome. Esta grasa visceral implica la formación en el tejido graso de sustancias químicas llamadas adipoquinas, que favorecen estados proinflamatorios y protrombóticos, que a su vez van a conducir o contribuir al desarrollo de insulino resistencia, hiperinsulinemia, alteración en la fibrinólisis y disfunción endotelial.<sup>38</sup> Una adipoquina en particular, la adiponectina, a diferencia del resto, se encuentra disminuida en esta situación, siendo dicha condición asociada a un incremento del nivel de triglicéridos, disminución de HDL, elevación de apolipoproteína B

y presencia de partículas pequeñas y densas de LDL, contribuyendo al estado aterotrombótico que representa el perfil inflamatorio de la adiposidad visceral.

Está claro que el síndrome metabólico no se trata de una simple definición, sino de un conjunto de anormalidades relacionadas que, por una combinación de factores genéticos y factores de riesgo como alteración de estilo de vida (la sobrealimentación y la inactividad o disminución de actividad física), favorecen el desarrollo de las alteraciones fisiológicas asociadas con el síndrome.<sup>33</sup>

Tabla 3. Componentes del síndrome metabólico considerando su definición, según la NationalCholesterolEducationProgramAdultTreatment Panel III (ATP III), Organización Mundial de la Salud (OMS), American Association of ClinicalEndocrinologists (AACE), International Diabetes Federation (IDF).

	ATP III	OMS	AACE	IDF
Triglicéridos mayor o igual a 150 mg/dL	X	X	X	X
HDL menor de 40 mg/dL en varones y 50 mg/dL en mujeres	X	X	X	X
Presión arterial mayor de 130/85 mmHg	X	X	X	X
Insulino resistencia (IR)		X		
Glucosa en ayunas mayor de 100 mg/dL	X		X	X
Glucosa 2 h: 140 mg/dL			X	
Obesidad abdominal	X			X
Índice de masa corporal elevado		X	X	
Microalbuminuria		X		
Factores de riesgo y diagnóstico	3 más IR	Más de 2	Criterio clínico	Obesidad abdominal

**Fuente:**Lizarzaburu; 2013.

### **Epidemiología:**

El incremento en la prevalencia de síndrome metabólico (SM) a nivel mundial es alarmante, más aun si tomamos en cuenta que es considerado un factor de riesgo para el desarrollo de diabetes, o un estado prediabético, por ser mejor predictor de diabetes que solo la intolerancia a la glucosa [35]. El impacto del SM ha sido demostrado por el incremento de la enfermedad aterosclerótica subclínica en pacientes con el síndrome, aún sin el diagnóstico de diabetes. En países como Estados Unidos y México, la prevalencia del SM es alrededor de 25% de su población adulta.<sup>39</sup>

En nuestro país se ha publicado una prevalencia de 16,8% en la población adulta a nivel nacional y alrededor de 20 a 22% en la costa del Perú, incluyendo Lima (14), datos consignados según los criterios diagnósticos del ATP III. En una publicación de la Revista Española de Salud Pública, donde se utiliza los criterios de IDF, se presentó una prevalencia de síndrome metabólico en el Perú en mayores de 20 años de 25,8%.<sup>40</sup>

En ambos estudios, la población femenina es la que presentó mayor prevalencia de SM. De igual forma, la obesidad abdominal fue el componente de mayor relevancia, siendo también a nivel mundial el más prevalente. La obesidad en general está teniendo importancia en el mundo por el considerable incremento en su prevalencia, siendo estimada para el año 2008, según la OMS, en 1,5 billones de adultos mayores de 20 años, con mayor prevalencia en mujeres. Desde el año 1980, el mayor incremento se ha dado en América Latina, en el norte de África y Oceanía. Es alarmante los datos sobre obesidad en niños donde, para el año 2010, 43 millones de niños menores de 5 años fueron diagnosticados de obesidad.<sup>41</sup>

La edad de diagnóstico de personas con SM ha disminuido progresivamente a lo largo de los últimos años. Hace unos 25 años, cuando se empezaba a realizar publicaciones sobre el síndrome, el mayor riesgo estaba en personas de 50 años o más. Sin embargo, en la actualidad se ha presentado un incremento en la prevalencia y se está considerando como grupos de riesgo a personas de entre 30 a 35 años en promedio. Es interesante ver que en la actualidad existe un incremento de obesidad y síndrome metabólico en jóvenes, y que desde etapas tempranas de la vida hay una tendencia hacia la mala alimentación (alimentos rápidos, exceso de consumos de harinas refinadas y bebidas azucaradas) y escasa actividad física en la población general.

### **Criterios Diagnósticos:**

Los criterios diagnósticos del síndrome metabólico han sido sujeto de muchas definiciones, como las de OMS, ATP III, AACE, IDF, entre otras. En la tabla 3 describimos los diferentes criterios diagnósticos considerados. Utilizar diferentes definiciones para el diagnóstico, en las cuales los componentes o criterios diagnósticos no son los mismos, podría condicionar una variación en la prevalencia del SM en una población, según una u otra definición.<sup>33</sup> Uno de los puntos discordantes en las definiciones es la obesidad abdominal. La IDF consideraba que debiera ser el principal criterio diagnóstico y excluyente para diagnosticar síndrome metabólico.

La OMS no lo considera como el criterio principal, y para el ATP III es un componente de los cinco propuestos, pero no excluyente para diagnosticar síndrome metabólico. Gran parte de los trabajos y publicaciones a nivel mundial han sido realizados con los criterios del ATP III. Sin embargo, considerar al perímetro abdominal como criterio principal y excluyente en el diagnóstico de síndrome refuerza el hecho que la obesidad abdominal (medida indirecta de la grasa visceral) es la causa del desarrollo de insulino resistencia y de los demás componentes de síndrome metabólico.

El año 2009, representantes de la International Diabetes Federation (IDF) y de American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute (AHA/NHLBI) - Guías del ATP III discutieron resolver las diferencias entre las definiciones del síndrome metabólico, llegando a unificar criterios. Esta unificación de criterios fue publicada bajo el título de Harmonizing the Metabolic Syndrome o Armonización del Síndrome Metabólico, en la revista Circulation en su edición de diciembre del año 2009, donde se consideró al perímetro abdominal como uno más de los componentes diagnósticos del SM, no siendo prioridad su presencia para el diagnóstico. El síndrome metabólico debía ser definido como la presencia de tres componentes descritos por IDF y AHA/ NHLBI, considerando la población y el país específico para la definición del corte de perímetro abdominal. El diagnóstico de síndrome metabólico según la unificación de criterios (Harmonizing the Metabolic Syndrome) es:

- Incremento de la circunferencia abdominal: definición específica para la población y país.
- Elevación de triglicéridos: mayores o iguales 150 mg/dL (o en tratamiento hipolipemiente específico).
- Disminución del colesterol HDL: menor de 40 mg% en hombres o menor de 50 mg% en mujeres (o en tratamiento con efecto sobre el HDL).
- Elevación de la presión arterial: presión arterial sistólica (PAS) mayor o igual a 130 mmHg y/o PAD mayor o igual a 85 mmHg (o en tratamiento antihipertensivo).



- Elevación de la glucosa de ayunas: mayor o igual a 100 mg/dL (o en tratamiento con fármacos por elevación de glucosa).

El diagnóstico de síndrome metabólico se realiza con la presencia de tres de los cinco componentes propuestos. El año 2005, la IDF consideraba que los cortes para valores normales del perímetro abdominal en América Latina debieran ser los mismos que los considerados en el sudeste asiático, es decir, 90 cm para varones y 80 cm en mujeres.<sup>33</sup>

Esto llevó a discusión y controversia en América Latina, presentándose varios trabajos en los cuales los cortes de perímetro abdominal para riesgo cardiovascular en población latinoamericana estaban por encima de los sugeridos por IDF. Entre los más importantes se encuentra el estudio GLESMO o Determination of the cutoff point for waist circumference that establishes the presence of abdominal obesity in Latin American men and women, publicado en Diabetes Research and Clinical Practice del año 2011, donde se realizó la determinación de los puntos de corte en perímetro abdominal mediante curvas ROC según la adiposidad visceral (medida por CT scan) en varones y mujeres de América Latina, demostrando que las medidas de corte para varones y mujeres son de 94 y entre 90 y 92 cm, respectivamente.

El año 2010, la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) publicó el consenso de “Epidemiología, Diagnóstico, Prevención y Tratamiento del Síndrome Metabólico en Adultos”, con base en la información de estudios en América Latina, en el cual se considera al perímetro abdominal de corte para diagnóstico de síndrome metabólico en varones con más de 94 cm y mujeres con más de 88 cm de cintura, siendo el resto de criterios vigentes similares a los propuestos por Harmonizing the Metabolic Syndrome (tabla 4).<sup>36</sup>

En el Perú, debemos tener en cuenta los criterios vigentes de ALAD para diagnóstico de síndrome metabólico, no desestimando los reportes realizados con criterios de ATP III e IDF, pues tienen alto valor de referencia. ALAD refiere en su consenso del año 2010 que “para estudios epidemiológicos en Latinoamérica es recomendable identificar también el SM con el criterio de ATP III con el fin de poder comparar los resultados”.<sup>36</sup> Los

criterios para el diagnóstico de síndrome metabólico según las recomendaciones de las guías de ALAD 2010 son:

- Obesidad abdominal: perímetro de cintura mayor o igual a 94 cm en varones y 88 cm en mujeres.
- Triglicéridos altos: mayores a 150 mg/dL (o en tratamiento hipolipemiente específico).
- Colesterol HDL bajo: menor de 40 mg% en hombres o menor de 50 mg% en mujeres (o en tratamiento con efecto sobre el HDL).
- Presión arterial elevada: presión arterial sistólica (PAS) mayor o igual a 130 mmHg y/o PAD mayor o igual a 85 mmHg.
- Alteración en la regulación de glucosa: glucosa anormal en ayunas, intolerancia a la glucosa o diabetes.

El diagnóstico de síndrome metabólico se realiza si existe obesidad abdominal más dos de los cuatro componentes descritos.<sup>36</sup>

Tabla 4: Comparación del diagnóstico de síndrome metabólico según ALAD y Harmonizing the Metabolic Syndrome.

Componentes	Harmonizing the Metabolic Syndrome	ALAD
Obesidad abdominal	Incremento de la circunferencia abdominal: definición específica para la población y país	Perímetro de cintura ≥ 94 cm en hombres y ≥ 88 cm en mujeres
Triglicéridos altos	> 150 mg/dL (o en tratamiento con hipolipemiente específico)	> 150 mg/dL (o en tratamiento hipolipemiente específico)
cHDL bajo	< 40 mg/dL en hombres o < 50 mg/dL en mujeres (o en tratamiento con efecto sobre cHDL)	< 40mg/dL en hombres o < 50 mg/dL en mujeres (o en tratamiento con efecto sobre cHDL)
Presión arterial elevada	PAS ≥ 130 mmHg y/o PAD ≥ 85 mmHg o en tratamiento antihipertensivo	PAS ≥ 130 mmHg y/o PAD ≥ 85 mmHg o en tratamiento antihipertensivo
Alteración en la regulación de la glucosa	Glicemia en ayunas ≥ 100 mg/dL o en tratamiento para glicemia elevada	Glicemia anormal en ayunas, intolerancia a la glucosa, o diabetes
Diagnóstico	3 de los 5 componentes propuestos	Obesidad abdominal + 2 de los 4 restantes

**Fuente:** Lizarzaburu; 2013.

### **Síndrome Metabólico como Factor de Riesgo Cardiovascular:**

A pesar de la dificultad para la comparación de estudios de morbilidad debido a las diferentes cohortes estudiadas y a la utilización de diferentes criterios diagnósticos de síndrome metabólico, múltiples estudios publicados en los últimos años han puesto de manifiesto la relación del síndrome metabólico con la mortalidad por todas las causas (riesgo relativo [RR] = 1,4) y mortalidad cardiovascular (RR = 2). Estos datos son similares en ambos sexos tras ajustar por edad, concentraciones de colesterol y tabaquismo.

En el estudio prospectivo finlandés llevado a cabo en Koupio se examinó la relación entre síndrome metabólico y enfermedad cardiovascular en varones de mediana edad seguidos durante 11 años. Utilizando los criterios diagnósticos de la ATP-III<sup>13</sup> y la Organización Mundial de la Salud, incluso en ausencia de diabetes mellitus o enfermedad cardiovascular previa, la mortalidad coronaria fue 3 veces mayor en los pacientes con síndrome metabólico, después del ajuste estadístico para los demás factores de riesgo. Se estimó que el síndrome metabólico explicaba el 18% del riesgo de enfermedad cardiovascular. Este aumento de la mortalidad ya se detectaba en fases precoces, incluso antes del desarrollo de enfermedad cardiovascular y diabetes.

En otros estudios se han encontrado resultados similares y, además, se ha observado que el riesgo de enfermedad cardiovascular aumenta de forma exponencial cuando se asocian más de 3 componentes de síndrome metabólico.<sup>42</sup>

### 1.4.2 Definición de términos:

**Composición Corporal:** Es el análisis para determinar del porcentaje de grasa, hueso y músculo en el organismo. Está determinada genéticamente, pero está sujeta a la constante de factores ambientales diversos (hábitos dietéticos, culturales, e incluso estéticos). También es imperativo establecer los cambios que ocurren en los diferentes compartimientos corporales en las distintas facetas de la relación salud-enfermedad.

**Absorciometría dual de rayos X:** Es la técnica imagenológica que permite cuantificar y diferenciar, por medio de diferentes niveles de atenuación de rayos, tejidos con un alto contenido de minerales pesados, como el hueso de aquellos como la masa grasa carente de estos elementos.

**Síndrome metabólico:** Es un conjunto de anormalidades metabólicas consideradas como un factor de riesgo para desarrollar una enfermedad cardiovascular y diabetes.

**Grasa androide:** Es la grasa corporal que se localiza mayoritariamente a nivel central o abdominal, dando la típica forma de “manzana”. Se acompaña de un mayor riesgo de patologías asociadas por su alto metabolismo (diabetes tipo 2, dislipidemia, hipertensión arterial, síndrome metabólico, etc.) que incrementan el riesgo de morbilidad cardiovascular.

## **CAPÍTULO II**

### **MÉTODOS**

## **2.1 DISEÑO METODOLÓGICO**

### **2.1.1. Tipo de investigación**

El presente estudio tuvo un enfoque cuantitativo puesto que los resultados fueron analizados estadísticamente de tipo observacional, ya que tiene como objetivo la observación y el registro de los acontecimientos sin intervención alguna en el curso natural de estos.

### **2.1.2. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es descriptivo, porque se pretende describir el comportamiento de las variables en un grupo de pacientes en un periodo de tiempo, de corte transversal porque se desarrollará en un momento concreto del tiempo, retrospectivo porque se usarán los datos recogidos con anterioridad presentes en los informes radiológicos.

### **2.1.3. Población**

La unidad de estudio estará constituida por las 80 historias clínicas y 80 informes radiológicos de todos los pacientes a quienes se les realizó un examen de Composición Corporal por Absorciometría Dual de Rayos X en la “Clínica Internacional Sede Hospitalaria San Borja” en el periodo comprendido de enero del 2016 a diciembre del 2016.

### **2.1.4. Muestra y muestreo**

**Tamaño Muestral:** La muestra se obtuvo revisando cada historia clínica e informe radiológico los cuales cumplieron los criterios de inclusión y exclusión. Se obtuvo la información del análisis del estudio de composición corporal por Absorciometría Dual de Rayos X en la “Clínica Internacional Sede Hospitalaria San Borja” en el periodo comprendido de enero del 2016 a diciembre del 2016.

En total fueron 80 pacientes que se atendieron en el servicio de Densitometría Ósea perteneciente al Centro de Diagnóstico por Imagen (CDI)

**Tipo de Muestreo:** El tipo de muestra fue poblacional.

#### **2.1.4.1 Criterios de inclusión**

- Informes radiológicos de los pacientes que se realizaron un estudio de composición corporal por Absorciometría Dual de Rayos X.
- Historias clínicas de los pacientes que sufran de síndrome metabólico.

#### **2.1.4.2 Criterios de exclusión**

- Informe radiológico de pacientes que se hayan realizado un examen radiológico contrastado cinco días antes del estudio de composición corporal.
- Informe radiológico de pacientes que se hayan realizado un examen de medicina nuclear cinco días antes del estudio de composición corporal.
- Informe radiológico de pacientes que se encontraron embarazadas durante el estudio de composición corporal.
- Informe radiológico de pacientes con diagnóstico de otras enfermedades otras enfermedades.

#### **2.1.5. VARIABLES**

Composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X.

**Definición Operacional:** Estudio que es capaz determinar el volumen, porcentaje y distribución de tejido graso en las diferentes regiones del cuerpo

### **Indicadores:**

- Porcentaje de tejido graso androide
- Porcentaje de tejido graso ginecoide
- Proporción A/G
- Índice de masa corporal (IMC)

### **2.1.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

Se aplicará la técnica de análisis documental, pues la información será clasificada historia clínica y del informe radiológico por absorciometría Dual de rayos X.

#### **Instrumentos**

Se utilizará una ficha de recolección de datos diseñado para el efecto. (Ver Anexo N° 2). Esta ficha estará estructurada en dos partes, la primera parte será recabada por la historia clínica y consta de tres partes (edad, sexo y diagnóstico de síndrome metabólico) y la segunda parte se recabará del informe radiológico y consta de 4 partes.

### **2.1.7. Procedimientos y análisis de datos**

#### **Plan de recolección de datos**

Para realización de la presente investigación, se debió de aprobar el proyecto por parte de las autoridades de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Una vez aprobado se cursó una solicitud a las autoridades correspondientes de la Clínica Internacional Sede Hospitalaria San Borja con la finalidad de solicitar autorización para el ingreso a sus instalaciones así como también para la recolección de la muestra. Con la autorización correspondiente, se procedió a la recolección de los datos en la ficha de registro de pacientes atendidos en el servicio Densitometría Ósea perteneciente al Centro de Diagnóstico por Imagen



(CDI) que se realizaron el estudio de Composición Corporal la hoja de recolección de datos (anexo #1), la ficha se llenó en el horario nocturno por ser más factible, ya que durante el día, el Tecnólogo Médico en Radiología (TMR) se encuentra haciendo uso de las estaciones de trabajo. En la estación de trabajo se procedió a la recolección de la muestra según los informes radiológicos e historias clínicas seleccionadas de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, codificando cada ficha. Una vez obtenida la muestra se procedió a consignar los datos en un programa de análisis estadístico.

Al utilizarse una ficha de recolección de datos que fue transcrito del informe radiológico y de la historia clínica, no se realizó la validación del instrumento ni la confiabilidad.

### **Análisis estadístico de los datos**

Los datos que se obtuvieron durante el estudio fueron registrados utilizando el software informático Microsoft Excel 2013, luego fueron ingresados en el programa estadístico SPSS v.21.

Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva, las variables cualitativas fueron estimadas mediante medidas de distribución de frecuencias (absolutas y relativas) y las variables cuantitativas mediante medidas de tendencia central y de dispersión.

Dichos análisis fueron presentados a través de gráficos y tablas que permitieron dar cumplimiento a los objetivos ya descritos.

#### **2.1.8. Consideraciones éticas**

Para llevar a cabo el presente estudio se tuvo en consideración contar con la autorización y permiso de la Clínica Internacional Sede Hospitalaria San Borja guardando el anonimato de los pacientes. Sus informes radiológicos e historias clínicas fueron investigados, para la obtención de datos concretos más no la difusión de otros datos que sean de interés para el trabajo de investigación.

Asimismo la presente proyecto de investigación fue revisada por el comité local de investigación de la UNMSM para su aprobación.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS**

**Tabla N°1. Datos de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016**

<b>Datos de los pacientes con Síndrome metabólico</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Edad</b>		
< 20 años	6	7.5%
20 a 40 años	36	45.0%
41 a 60 años	31	38.8%
> 60 años	7	8.8%
<b>Sexo</b>		
Femenino	57	71.3%
Masculino	23	28.8%
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100.0%</b>

En la tabla N°1, se observan los datos de los pacientes con síndrome metabólico, donde la edad más frecuente se dio entre 20 a 40 años (45%) y entre 41 a 60 años (38.8%); además el sexo más frecuente fue el femenino (28.8%).

**Tabla N°2. Índice de masa corporal de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

<b>Índice de Masa Corporal</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Normopeso : 18, 5 - 24,9	6	7.5%
Sobrepeso: 25,0 - 25,9	31	38.8%
Obesidad grado I: 30,0 - 34,9	27	33.8%
Obesidad grado II: 35,0 - 39,9	12	15.0%
Obesidad grado III: >40	4	5.0%
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100.0%</b>

En la tabla N°2, se observa el índice de masa corporal de los pacientes con síndrome metabólico, siendo el 38.8% sobrepeso, 33,8% obesidad grado I, 15% obesidad grado II, 7.5% normopeso y 5% obesidad grado III.

**Tabla N°3. Composición Regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

<b>Composición Regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Porcentaje de Tejido graso Androide	49.93	8.25388	24.80	63.60
Porcentaje de Tejido graso ginecoide	43.88	7.26253	25.00	56.40

En la tabla N°3, se muestra que en los pacientes con síndrome metabólico, el porcentaje de tejido graso androide fue 49.93%, y el porcentaje de tejido graso ginecoide fue 43.88%.

**Tabla N°4. Proporción Androide/Ginecoide por Absorciometría Dual de Rayos X de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

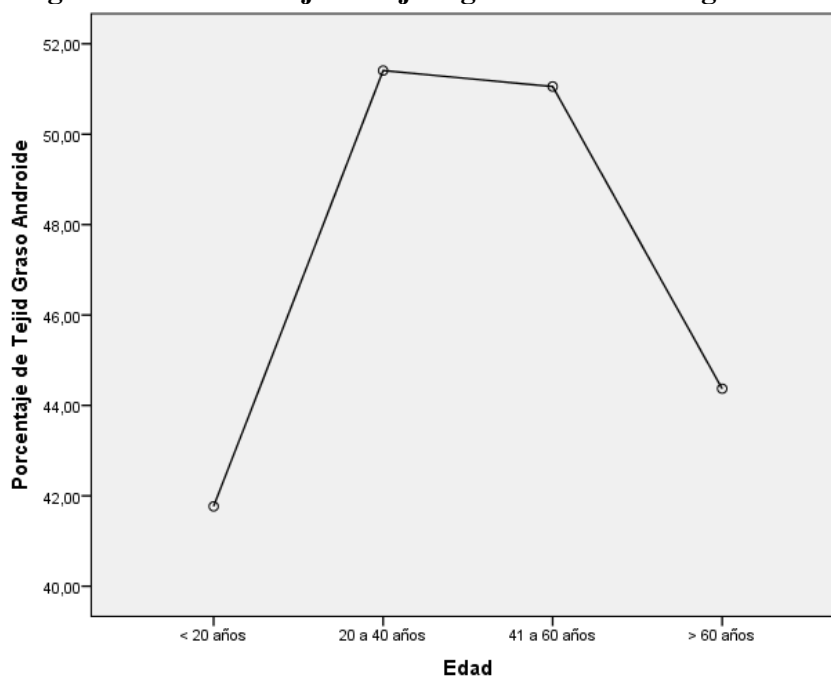
	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Proporción Androide/Ginecoide</b>	1.15	.17868	0.72	1.56

En la tabla N°4, se observa que los pacientes con síndrome metabólico tuvieron una proporción Androide/ginecoide de 1.15.

**Tabla N°5. Porcentajede Tejido graso Androide por Absorciometría Dual de Rayos X según edad de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

Porcentaje de Tejido graso Androide	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
< 20 años	6	41.77	9.41	33.90	58.50
20 a 40 años	36	51.41	6.31	35.80	63.60
41 a 60 años	31	51.05	7.87	24.80	62.70
> 60 años	7	44.37	12.59	26.20	56.60
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>49.93</b>	<b>8.25</b>	<b>24.80</b>	<b>63.60</b>

**Figura N°1. Porcentajede Tejido graso Androide según edad**

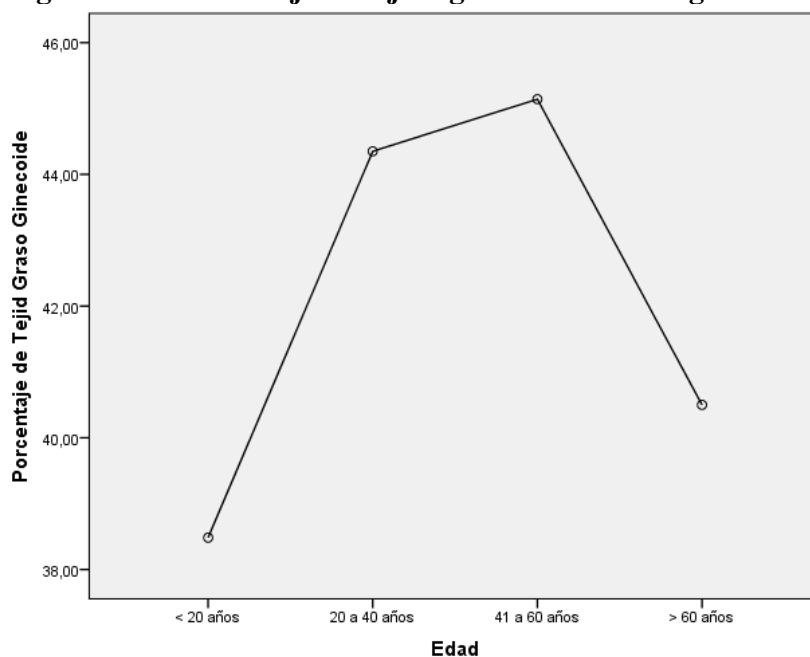


En la Tabla 5 y Figura 1, se observa que el promedio del porcentaje de Tejido grado androide es mayor en edades de 20 a 40 años (51.41), y de 41 a 60 años (51.05) y más bajo en edades menores a 20 años (41.77).

**Tabla N°6. Proporción de Tejido graso Ginecoidepor Absorciometría Dual de Rayos X según edad de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

Porcentaje de Tejido graso Ginecoide	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
< 20 años	6	38.48	6.44	30.30	45.60
20 a 40 años	36	44.35	7.07	31.50	56.40
41 a 60 años	31	45.14	6.84	28.20	56.40
> 60 años	7	40.50	9.07	25.00	54.80
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>43.88</b>	<b>7.26</b>	<b>25.00</b>	<b>56.40</b>

**Figura N°2. Porcentajede Tejido graso Ginecoide según edad**

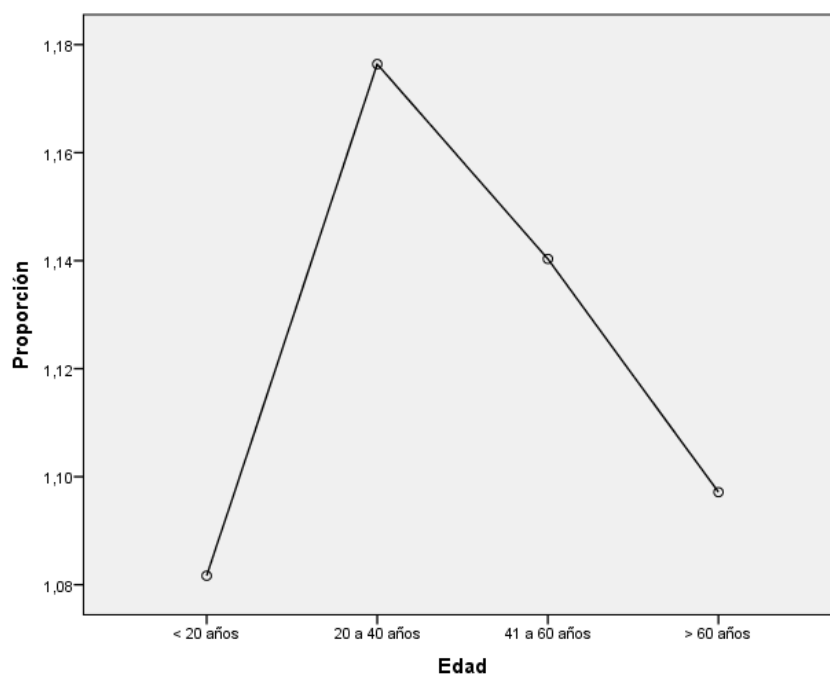


En la Tabla 6 y Figura 2, se observa que el promedio del porcentaje de Tejido grado ginecoide es mayor en edades de 41 a 60 años (45.14), y más bajo en edades menores a 20 años (38.38).

**Tabla N°7. Proporción Androide/Ginecoidepor Absorciometría Dual de Rayos X según edad de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

<b>Proporción Androide/Ginecoide</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>&lt; 20 años</b>	6	1.08	0.12	0.96	1.28
<b>20 a 40 años</b>	36	1.18	0.19	0.81	1.56
<b>41 a 60 años</b>	31	1.14	0.17	0.75	1.44
<b>&gt; 60 años</b>	7	1.10	0.20	0.72	1.26

**Figura N°3. Proporción Androide/Ginecoide según edad según edad**



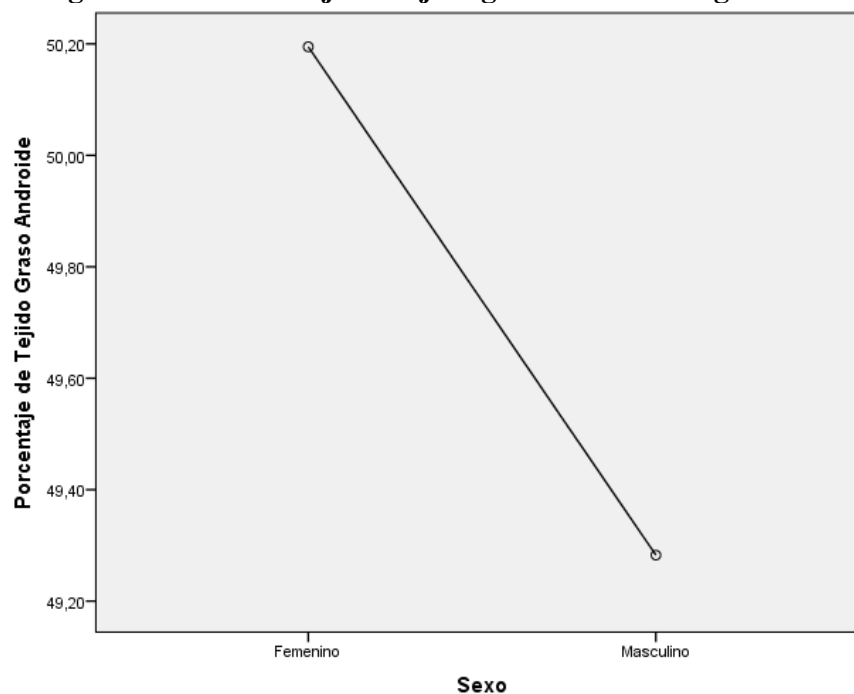
En la Tabla 7 y Figura 3, se observa que la proporción androide/ginecoide es mayor en edades de 20 a 40 años (1.18), y más bajo en edades menores a 20 años (1.08).



**Tabla N°8. Proporción de Tejido graso Androide por Absorciometría Dual de Rayos X según sexo de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

Porcentaje de Tejido graso Androide	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Femenino	57	50.19	8.58	24.80	63.60
Masculino	23	49.28	7.53	30.90	60.00

**Figura N°4. Porcentaje de Tejido graso Androide según sexo**

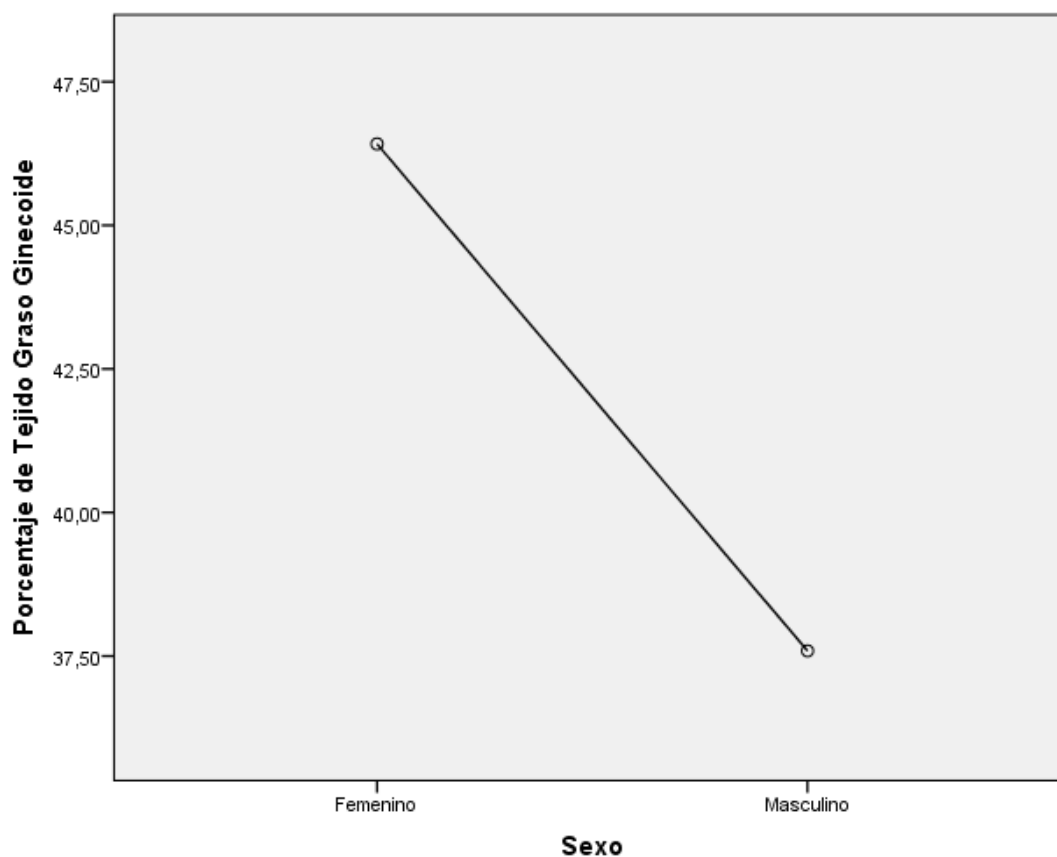


En la Tabla 8 y Figura 4, se observa que el promedio del porcentaje de Tejido grado androide es mayor en el sexo femenino (50.19), que en el masculino (49.28).

**Tabla N°9. Proporción de Tejido graso Ginecoide por Absorciometría Dual de Rayos X según sexo de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

Porcentaje de Tejido graso ginecoide	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Femenino	57	46.42	6.28	28.20	56.40
Masculino	23	37.59	5.56	25.00	46.30

**Figura N°5. Porcentaje de Tejido graso Ginecoide según sexo**

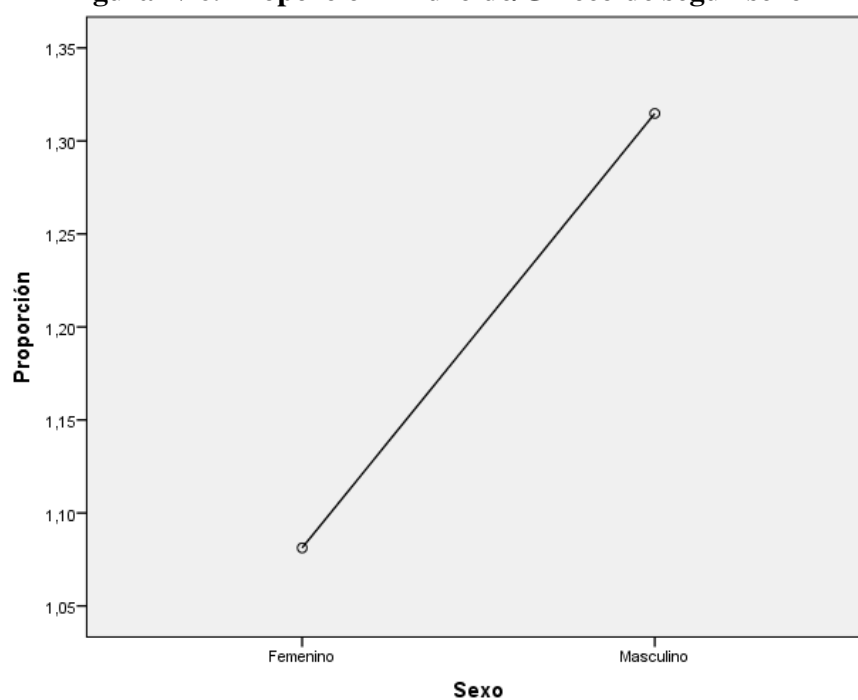


En la Tabla 9 y Figura 5, se observa que el promedio del porcentaje de Tejido grado ginecoide es mayor en el sexo femenino (46.42), y más bajo en sexo masculino (37.59).

**Tabla N°10. Proporción Androide/Ginecoidepor Absorciometría Dual de Rayos X según sexo de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<b>Femenino</b>	57	1.08	0.15	0.72	1.44
<b>Masculino</b>	23	1.31	0.13	1.06	1.56

**Figura N°6. Proporción Androide/Ginecoide según sexo**

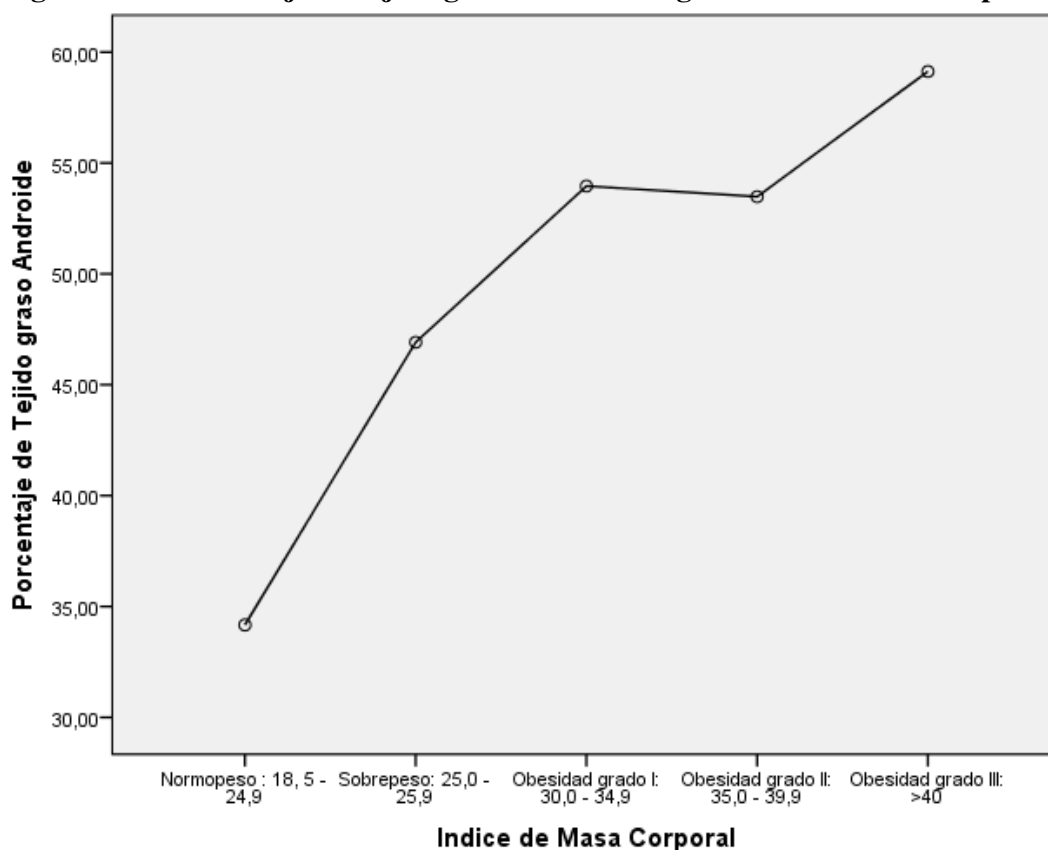


En la Tabla 10 y Figura 6, se observa que la proporción androide/ginecoide es mayor en el sexo masculino (1.31), y más bajo en el sexo femenino (1.08).

**Tabla N°11. Porcentajede Tejido graso Androidepor Absorciometría Dual de Rayos X según índice de masa corporal de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

<b>Porcentaje de Tejido graso Androide</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Normopeso : 18, 5 - 24,9	6	34.17	8.03	24.80	43.40
Sobrepeso: 25,0 - 25,9	31	46.92	6.86	32.70	57.30
Obesidad grado I: 30,0 - 34,9	27	53.96	5.11	45.20	62.70
Obesidad grado II: 35,0 - 39,9	12	53.48	4.58	45.90	59.30
Obesidad grado III: >40	4	59.13	3.51	55.50	63.60

**Figura N°7. Porcentajede Tejido graso Androide según índice de masa corporal**

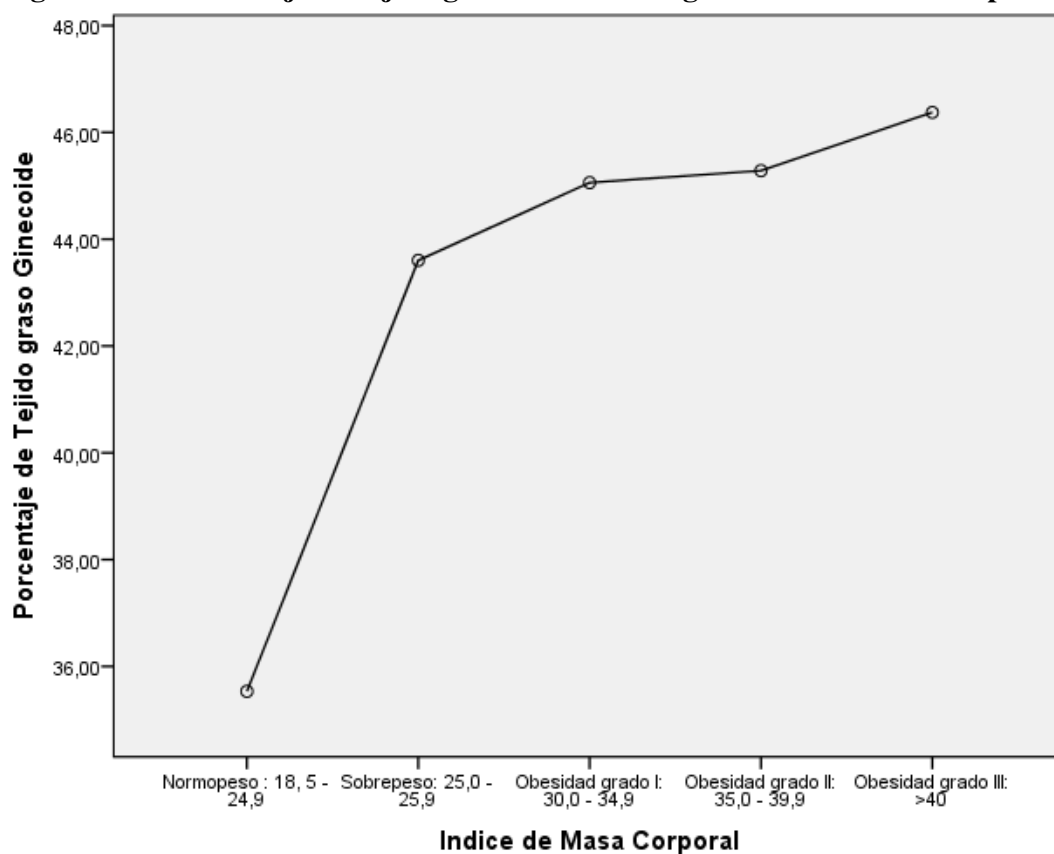


En la Tabla 11 y Figura 7, se observa que el promedio del porcentaje de Tejido grado androide aumenta, de acuerdo al incremento del IMC, pues en pacientes con obesidad grado III el porcentaje de tejido graso androide es más alto (59.13), mientras que el valor más bajo se da en el normopeso (34.17).

**Tabla N°12. Porcentaje de Tejido graso Ginecoide por Absorciometría Dual de Rayos X según índice de masa corporal de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

Porcentaje de Tejido graso ginecoide	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Normopeso : 18,5 - 24,9	6	35.53	7.47	25.00	43.90
Sobrepeso: 25,0 - 25,9	31	43.60	6.58	30.30	55.20
Obesidad grado I: 30,0 - 34,9	27	45.06	7.38	31.50	56.40
Obesidad grado II: 35,0 - 39,9	12	45.28	7.13	32.20	54.80
Obesidad grado III: >40	4	46.38	5.98	40.50	53.50

**Figura N°8. Porcentaje de Tejido graso Ginecoide según índice de masa corporal**

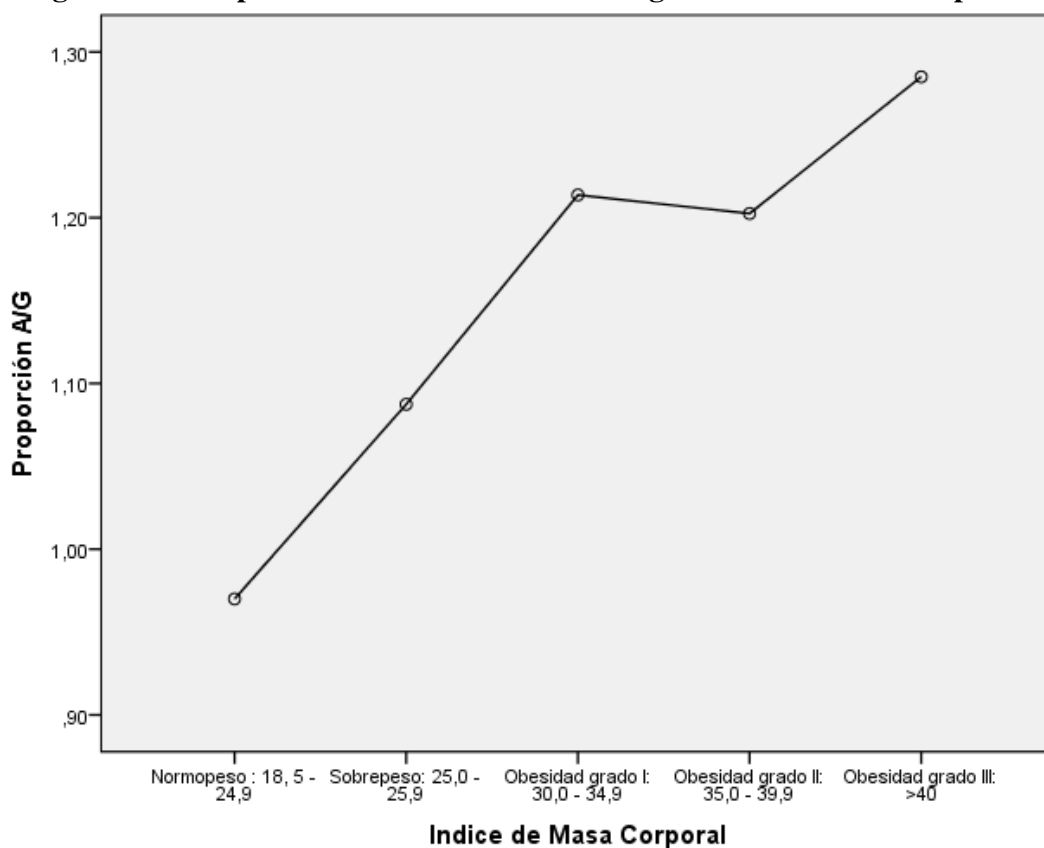


En la Tabla 12 y Figura 8, se observa que el promedio del porcentaje de Tejido grado ginecoide aumenta, de acuerdo al incremento del IMC, pues en la obesidad grado III el porcentaje de tejido graso ginecoide es más alto (59.13), mientras que el valor más bajo se da en el normopeso (35.53).

**Tabla N°13. Proporción Androide/Ginecoide por Absorciometría Dual de Rayos X según índice de masa corporal de los pacientes con Síndrome metabólico de la Clínica Internacional en el año 2016.**

<b>Proporción Androide/Ginecoide</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Normopeso : 18,5 - 24,9	6	0.97	0.17	0.72	1.24
Sobrepeso: 25,0 - 25,9	31	1.09	0.17	0.75	1.55
Obesidad grado I: 30,0 - 34,9	27	1.21	0.16	0.96	1.56
Obesidad grado II: 35,0 - 39,9	12	1.20	0.16	0.93	1.43
Obesidad grado III: >40	4	1.29	0.15	1.07	1.41

**Figura N°9. Proporción Androide/Ginecoide según índice de masa corporal**



En la Tabla 13 y Figura 9, se observa que la proporción Androide/Ginecoide aumenta, de acuerdo al incremento del IMC, pues las pacientes con obesidad grado III tienen la proporción Androide/Ginecoide más alta (1.29), mientras que el valor más bajo se da en las pacientes con normopeso (0.97).

## **CAPÍTULO IV**

### **DISCUSIÓN**

La absorciometría Dual de Rayos X, permite una estimación sencilla y rápida de la composición corporal, determinando también la densidad mineral ósea de todo el organismo; cabe resaltar que la precisión es alta, con un margen de error de 2-6% para la composición corporal total y regional. Con este método es factible, evaluar la composición corporal de la persona con problema de síndrome metabólico, como la masa grasa, partes blandas y músculo (masa magra) y hueso (densidad mineral ósea, DMO), en todo el organismo.

De la población evaluada con presencia de síndrome metabólico la mayor parte tenía edad entre 20 a 40 años (45%) y 41 a 60 años (38.8%), según lo mencionado en un artículo de **Romero**, la prevalencia de síndrome metabólico va en incremento conforme avanza la edad, teniendo mayores picos de frecuencia entre edades de 60 a 39 años (43.5%) estos datos son diferentes a lo encontrado en el presente estudio. Por otro lado evaluando el sexo de los pacientes en el presente estudio, se ha identificado que la pertenecen al sexo femenino (71.3%), mientras que en la evaluación de **Romero** analizando estudios de NHANES y Framingham no identifica diferencias sistemáticas del síndrome metabólico según sexo, puesto que en el primer análisis muestra una prevalencia de 24% en hombres y de 23,4% en mujeres y en el segundo análisis identifica una prevalencia de 26,8% en hombres y de 16,6% en mujeres, sin embargo en el estudio de **Lorente y cols.**, se han encontrado resultados similares, ya que el 65% de los pacientes con síndrome metabólico fueron de sexo femenino.

Respecto al Índice de Masa Corporal, se identificó que la población evaluada en la mayoría de los casos tuvo entre sobrepeso (38.8%) y obesidad (53.8%), similares resultados fueron encontrados en el estudio de **Lorente y cols.**, ya que se identifica exceso de peso en los pacientes (93.8%), teniendo la gran mayoría obesidad mórbida.

Analizando la composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X, se identifica que el porcentaje promedio de tejido graso Androide es de 49.9, el promedio de tejido graso ginecoide es de 43.8 y la proporción Androide/Ginecoide es de 1.15, en el estudio **Fu X y cols.**, en mujeres chinas se identifica que la



proporción Androide/Ginecoide es de 0.6, estos resultados son diferentes a lo encontrado en la presente investigación; cabe mencionar que en el análisis de la masa grasa androide se tiene en cuenta que el límite inferior es la pelvis, límite superior por encima del corte de la pelvis en un 20% de la distancia entre los cortes de la pelvis y el cuello y el lateral los brazos; para el análisis de la masa grasa ginecoide los límites laterales son la región exterior de la pierna, límite superior debajo de la línea del corte de la pelvis multiplicado por 1,5 veces la altura de la región androide. La altura de la región ginecoide es 2 veces la altura de la región androide.

En el presente estudio, los pacientes con síndrome metabólico presentaron un porcentaje de tejido grasa androide que varío en relación a la edad, con un valor más bajo en edades menores a 20 años, incrementándose entre los 20 a 60 años, para después decaer nuevamente después de los 60 años. Estos resultados permiten establecer como edades de mayor frecuencia de tejido grasa androide edades entre 20 a 40 años, siendo una edad donde se pueden tomar las medidas necesarias para prevenir el síndrome metabólico, y con una probable consecuencia de enfermedades cardiovasculares y diabetes. El porcentaje de tejido grasa ginecoide se incrementó conforme aumentaba la edad, es decir los pacientes con síndrome metabólico entre 41 a 60 años, tenían valores más altos en comparación con los que tenían menos de 20 años. Cabe resaltar que a más edad, el incremento del tejido grasa ginecoide también se daba, lo cual favorece el menor riesgo de enfermedad cardiovascular y diabetes. En el caso de la proporción Androide/Ginecoide, los pacientes con el síndrome metabólico tuvieron el valor más alto entre los 20 a 40 años (1.18), siendo un riesgo alto de enfermedad cardiovascular; y el valor más bajo se dio en menores de 20 años.

La población con síndrome metabólico presentó valores diferentes de la composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X, de acuerdo al sexo, pues el porcentaje de tejido grasa androide fue ligeramente más alto en las mujeres (50.19), que los varones (49.28); de la misma manera, en cuanto al porcentaje de tejido grasa ginecoide los valores fueron más altos en las mujeres (46.42) que en los varones (37.59). Sin embargo en cuanto a la proporción Androide/Ginecoide el valor fue más alto en los

varones (1.31) que en las mujeres (1.08). En un estudio realizado por **Rebato et al**, se encontraron resultados similares, pues el valor medio del Índice Cintura-cadera (ICC) tuvo valores mayores en el sexo masculino que en el femenino ( $p < 0,05$ ).

En los paciente con síndrome metabólico, el porcentaje de tejido graso androide fue más alto en pacientes con obesidad grado III (59.13), mientras que el valor más bajo se dió en el normopeso (34.17); el porcentaje de tejido graso ginecoide fue más bajo en normopeso (35.5) y más alto en obesidad grado III (46.3); y la proporción Androide/Ginecoide tenían el valor más alto en obesidad grado III (1.29), y el valor más bajo en normopeso (0.97). Estos resultados coinciden con el estudio de **Lorente R et al**, quien determinó que el tejido graso androide fue más alto en obesidad mórbida con un 58.6% y más bajo en peso normal con un 23.1%; los valores más bajos del porcentaje de grasa ginecoide se dio en pacientes con normopeso (34.4%) y los más altos en pacientes con obesidad mórbida (54%); y por último el Ratio A/G hallado fue más alto en obesidad (1.09-1.10), y más bajo en normopeso (0.68).

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 4.1 Conclusiones

La composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X fue 49.93 en porcentaje de grasa androide y 43.88 en porcentaje de grasa ginecoide de pacientes con síndrome metabólico en la Clínica Internacional en el año 2016.

El índice de masa corporal en los pacientes con síndrome metabólico fue 38.8% sobrepeso, 33,8% obesidad grado I, 15% obesidad grado II, 7.5% normopeso y 5% obesidad grado III.

El porcentaje de grasa androide fue 49.93 y el porcentaje de grasa ginecoide fue 43.88 en los pacientes con síndrome metabólico.

La proporción androide/ginecoide fue 1.15 en los pacientes con síndrome metabólico.

El porcentaje de Tejido graso androide más alto se dio en pacientes con síndrome metabólico entre 20 a 40 años, de sexo femenino, y con obesidad grado II y el porcentaje de Tejido graso ginecoide más alto se dio en pacientes con síndrome metabólico entre 41 a 60 años, de sexo femenino, y con obesidad grado III.

La proporción androide/ginecoide mayor se dio en pacientes con síndrome metabólico entre 20 a 40 años, de sexo masculino y se observa que aumenta, de acuerdo al incremento del IMC, pues las pacientes con obesidad grado III tienen la proporción más alta.

## **4.2 Recomendaciones**

Se recomienda repetir el estudio en otras instituciones con la finalidad de corroborar los resultados identificados en el presente estudio, y establecer estándares de medición de la masa corporal en pacientes con problemas de síndrome metabólico.

Se debería de utilizar la Absorciometría dual de rayos X, en la evaluación de la masa grasa corporal en las diferentes instituciones del país con la finalidad de prevenir problemas de síndrome metabólico o actuar oportunamente.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Costa M, Diego A, Aubin A, Oliveira P, Candia L. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. ArchMed Deporte. [internet]. 2015 [Citado el 07 Ago 2016]; 32(6):387-394. Disponible en:[https://www.researchgate.net/publication/287621488\\_Metodos\\_de\\_evaluacion\\_de\\_la\\_composicion\\_corporal\\_una\\_revision\\_actualizada\\_de\\_descripcion\\_aplicacionventajas\\_y\\_desventajas](https://www.researchgate.net/publication/287621488_Metodos_de_evaluacion_de_la_composicion_corporal_una_revision_actualizada_de_descripcion_aplicacionventajas_y_desventajas)].
2. Castelo L., Domínguez Y., Trimiño A., De Armas Y., Parla J. Epidemiología y prevención del síndrome metabólico. Revisión Cubana HigEpidemiol. 2012; 50(2).
3. Fu X, Song A, Zhou Y, Ma X, Jiao J, Yang M, et al. Association of regional body fat with metabolic risks in Chinese women. PublicHealthNutrition. [Internet]. 2013 [Citado el 14 Jul 2016]; 17(10):2316-2324. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24148901>.
4. Wiklund P, Toss F, Weinehall L, Hallmans G, Franks P, Nordström A et al. Abdominal and Gynoid Fat Mass Are Associated with Cardiovascular Risk Factors in Men and Women. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. [Internet]. 2008 [Citado el 14 Jul 2016]; 93(11):4360-4366. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18728169>.
5. Samsell L, Regier M, Walton C, Cottrell L. Importance of Android/Gynoid Fat Ratio in Predicting Metabolic and Cardiovascular Disease Risk in Normal Weight as well as Overweight and Obese Children. [Internet]. Journal of Obesity. 2014 [Citado el 20 Jul 2016]; 2014:1-7. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/job/2014/846578/>.
6. Park S, Yang H, Seo K, Choi S, Choi B, Yoon M, et al. The relationship between coronary atherosclerosis and body fat distribution measured using dual energy X-ray absorptiometry. Atherosclerosis. [Internet]. 2016 [Citado el 29 Jul 2016]; 248:190-195. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27018543>.
7. Lorente R, Silveira M, Azpeitia J, Muñoz A, Arevalo N, Saez J. Utilidad del Estudio DXA en la Valoración del Riesgo Cardiovascular, Relación entre la

- Distribución de Grasa Pélvica y los Valores de Homocisteína Sérica. [Internet]. 2012 [Citado el 29 Jul 2016]. Disponible en: [http://posterng.netkey.at/esr/viewing/index.php?module=viewing\\_poster&pi=113540](http://posterng.netkey.at/esr/viewing/index.php?module=viewing_poster&pi=113540).
8. Rodríguez R, Tejerina A, Camacho A, Rosety I, Díaz A, Fornieles G, et al. Correlaciones entre Marcadores de Grasa Abdominal Obtenidos por Densitometría y Técnicas Antropométricas Convencionales en Mujeres Postmenopausicas con Síndrome Metabólico. *Int. J. Morphol.* 2013 [Acceso el 20 de enero del 2017]; 31(4):1415-1420. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v31n4/art43.pdf>.
  9. Arbañil H. Síndrome metabólico: Definición y prevalencia. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia.* 2011; 57(4).
  10. Nana A, Slater GJ, Hopkins WG, Burke LM. Techniques for undertaking dual-energy X-ray absorptiometry whole-body scans to estimate body composition in tall and/or broad subjects. *Int J Sport NutrExercMetab.* [Internet]. 2012 [Citado el 09 Ago 2016]; 22(5):313-22. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23011648>.
  11. Porbén S, Borrás A. Composición corporal. [Internet]. *Acta Médica.* 2003 [Citado el 06 Ago 2016]; 11(1):26-37. Disponible en: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/act/vol11\\_1\\_03/act05103.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/act/vol11_1_03/act05103.htm).
  12. Carbajal A. Composición Corporal. *Manual de Nutrición y Dietética.* [Internet]. Madrid. 2013 [Citado el 07 ago 2016]. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-2-composicion-corporal55.pdf>.
  13. Pérez M, Cabrera P, Varela M, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal, Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *NutrHosp.* [Internet]. 2010 [Citado el 09 Ago 2016]; 25(2):207-223. Disponible en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/4406.pdf>



14. Thibault, R; Genton, L; Pichard, C. Body composition: why, when and for who? ClinNutr [Internet]. 2012 [Citado el 09 Ago 2016]; 31(4):435-47.Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22296871>.
15. Kaul S, Rothney MP, Peters DM, Wacker WK, Davis CE, Shapiro MD, et al. Dual-energy X-ray absorptiometry for quantification of visceral fat. Obesity (Silver Spring). [Internet]. 2012 [Citado el 09 Ago 2016]; 20(6):1313-1318. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22282048>.
16. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. Br J Radiol. [Internet] 2012 [Citado el 09 Ago 2016]; 85(1009):1-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3473928/>.
17. Plank LD. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. CurrOpinClinNutrMetabCare. [Internet]. 2005 [Citado el 09 Ago 2016]; 8(3):305-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15809534>.
18. Lustgarten MS, Fielding RA. Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase II clinical trials. J Nutr Health Aging. [Internet]. 2011 [Citado el 09 Ago 2016]; 15(5):368-75.Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21528163>.
19. Glickman SG1, Marn CS, Supiano MA, Dengel DR. Validity and reliability of dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of abdominal adiposity. J ApplPhysiol [Internet]. 2004 [Citado el 09 Ago 2016]; 97(2):509-14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15075304>.
20. Aranceta J, Foz M, Gil B, Jover B, Mantilla T, Millán J. Obesidad y Riesgo Cardiovascular. ClinInvestArterioscl. [Internet]. 2003 [Citado el 09 Ago 2016]; 15(5):196-233. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-clinica-e-investigacion-arteriosclerosis-15-articulo-documento-consenso-obesidad-riesgo-cardiovascular-S0214916803789335?redirectNew=true>.
21. Bazzocchi J, Pontia F, Albisinnia U, Battistab G. DXA: Technical aspects and application. European Journal of Radiology. [Internet]. 2016 [Citado el 14 Ago

- 2016]; 85(8): 1481–1492. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27157852>.
22. Lorente R, Armán A., Galeano A, Hernández M, García G. Absorciometría con rayos X de dobleenergía. Fundamentos, metodología y aplicacionesclínicas. Radiologia [Internet]. 2012 [Citado el 14 Ago 2016]; 54(5):410-423. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119-articulo-absorciometria-con-rayos-x-doble-S0033833811003729>.
  23. Toombs R, Ducher G, Shepherd J, De Souza M. The impact of recent technological advances on the trueness and precision of DXA to assess body composition. Obesity (Silver Spring) [Internet]. 2012 [Citado el 14 Ago 2016]; 20(1):30-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21760631>.
  24. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. Ann ICRP 2007, 37(2–4), 1–332.
  25. GE Healthcare Lunar iDXA: intelligent DXA. Diegem B. 2012.
  26. Kendler D, Borges L, Fielding R. The official positions of the international society for clinical densitometry: indications of use and reporting of DXA for body composition, J. Clin. Densitom. [Internet]. 2013 [Citado el 16 Ago 2016]. 16 (4) 496–507. Disponible en: <http://www.iscd.org/official-positions/2013-iscd-official-positions-adult/>.
  27. Sala A, Webber C, Halton J. Effect of diagnostic radioisotopes and radiographic contrast media on measurements of lumbar spine bone mineral density and body composition by dual-energy X-ray absorptiometry, J. [Internet]. 2006 [Citado el 16 Ago 2016]. 9 (1). 91–96. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1094695006000060>.
  28. Pietrobelli A, Wang Z, Formica C, Heymsfield S. Dual-energy X-ray absorptiometry: fat estimation errors due to variation in soft tissue hydration. Am. J. Physiol. [Internet]. 1998 [Citado el 16 Ago 2016]. 274 (5 Pt 1), 808–16. Disponible en: <http://jap.physiology.org/content/jap/89/6/2365.full.pdf>.
  29. Nana G, Slater G, Hopkins W, Burke B. Effects of exercise sessions on DXA measurements of body composition in active people, Med. Sci. Sports Exerc.

- [Internet]. 2013 [Citado el 16 Ago 2016]. 45 (1); 178–185. Disponible en: [http://www.physiquescience.com.au/uploads/contentFiles/files/Nana%20et%20al\\_%20Effects%20of%20daily%20activities%20on%20DXA%20measurements%20of%20body%20composition%20in%20active%20people\\_%20MSSE%2044\\_180-9,%202012.pdf](http://www.physiquescience.com.au/uploads/contentFiles/files/Nana%20et%20al_%20Effects%20of%20daily%20activities%20on%20DXA%20measurements%20of%20body%20composition%20in%20active%20people_%20MSSE%2044_180-9,%202012.pdf).
30. Libber J, Binkley N, Krueger D. Clinical observations in total body DXA: technical aspects of positioning and analysis. *J. Clin. Densitom.* [Internet]. 2012 [Citado el 17 Ago 2016]. 15 (3) 282–289. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1094695011002204>.
  31. Kaul S, Rothney M, Peters D. Dual-energy X-ray absorptiometry for quantification of visceral fat. *Obesity (Silver Spring)*. [Internet]. 2012 [Citado el 17 Ago 2016]. 20 (6); 1313–1318. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22282048>.
  32. Petak S, Barbu C, Yu E. The official positions of the international society for clinical densitometry: body composition analysis reporting. *J. Clin. Densitom.* [Internet]. 2013 [Citado el 17 Ago 2016]. 16 (4); 508–519. Disponible en: <http://www.iscd.org/official-positions/2013-iscd-official-positions-adult/>.
  33. Lizarzaburu R. Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. *An Facmed*. [Internet]. 2013 [Citado el 21 Ago 2016]. 74 (4):315-20. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37929464009>.
  34. Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsen B, Lahti K, Nissen M. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*. [Internet]. 2001 [Citado el 21 Ago 2016]; 24(4):683-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11315831>.
  35. Rosas J, Gonzáles A, Aschner P, Bastarrachea R. Epidemiología, Diagnóstico, Control, Prevención y Tratamiento del Síndrome Metabólico en Adultos. *Asociación Latinoamericana de Diabetes*. 2010; 18(1). Disponible en: <http://www.revistaalad.com/pdfs/100125-44.pdf>.
  36. Consenso Latinoamericano de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD). Epidemiología, diagnóstico, control, prevención y tratamiento del

- síndrome metabólico en adultos. *RevAsocLatinoamDiab.* [Internet]. 2010 [Citado el 21 Ago 2016]; 18(1): 25-44. Disponible en: <http://www.revistaalad.com/pdfs/100125-44.pdf>.
37. Miranda PJ, DeFronzo RA, Califf RM, Guyton JR. Metabolic syndrome: evaluation of pathological and therapeutic outcomes. *Am Heart J.* [Internet]. 2005 [Citado el 21 Ago 2016]; 149(1):20-32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15660031>
  38. Lyon CJ, Law RE, Hsueh WA. Minireview: adiposity, inflammation, and atherogenesis. *Endocrinology.* [Internet]. 2003 [Citado el 21 Ago 2016]; 144(6):2195-200. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12746274>
  39. Garber AJ, Handelsman Y, Einhorn D, Bergman DA, Bloomgarden ZT, Fonseca V, et al. Diagnosis and management of prediabetes in the continuum of hyperglycemia: when do the risks of diabetes begin? A consensus statement from the American College of Endocrinology and the American Association of Clinical Endocrinologists. *EndocrPract.* [Internet]. 2008 [Citado el 21 Ago 2016]; 14(7):933-46. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18996826>.
  40. Pajuelo J, Sánchez J. El síndrome metabólico en adultos en el Perú. *AnFacmed.* [Internet]. 2007 [Citado el 21 Ago 2016]; 68(1):38-46. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v68n1/a05v68n1.pdf>.
  41. Ahima RS. Digging deeper into obesity. *J ClinInvestig.* [Internet]. 2011 [Citado el 21 Ago 2016]; 121(6):2076-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3104789/>
  42. Grima S, León L, Ordóñez R.. El síndrome metabólico como factor de riesgo cardiovascular. *RevEspCardiolSupl.* [Internet]. 2005 [Citado el 21 Ago 2016]; 5(5):16-20. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es/el-sindrome-metabolico-/13083444>.

43. Rebato E, Salces I; Muñoz M, Fernández J, Herrera H. Diferencias sexuales en la cantidad y distribución de grasa corporal en universitarios de la Comunidad Autónoma Vasca. *Zainak*. 2005; 27:279-288.
44. Romero C. El síndrome metabólico. 2006. *Rev. Méd. Urug*. 22(2).

## ANEXOS

### ANEXO N°1: INSTRUMENTO

***“COMPOSICIÓN REGIONAL DE MASA GRASA POR ABSORCIOMETRIA DUAL  
DE RAYOS X EN PACIENTES CON SINDROME METABOLICO, CLINICA  
INTERNACIONAL, LIMA 2016”***

#### **HISTORIA CLINICA:**

**1. Edad:**

- a) <20 años ( )                      b) 20 a 40 años ( )                      c) 41 a 60 años ( )  
c) > 60 años ( )

**2. Sexo:**

- a) Masculino ( )                      b) Femenino ( )

**3. Síndrome Metabólica:**

- a) SI ( )                      b) NO ( )

#### **INFORME RADIOLÓGICO:**

***Examen de Composición Corporal por Absorciometría Dual de Rayos X:***

**4. Porcentaje de tejido graso androide:** \_\_\_\_\_

**5. Porcentaje de tejido graso ginecoide:** \_\_\_\_\_

**6. Proporción A/G:** \_\_\_\_\_

**7. Índice de masa corporal:**

- a) Normopeso: 18.5 – 24.9 ( )  
b) Sobrepeso: 25.0 – 25.9 ( )  
c) Obesidad grado I: 30.0 – 34.9 ( )  
d) Obesidad grado II: 35.0 – 39.9 ( )  
e) Obesidad grado III:  $\geq 40$  ( )

## ANEXO N° 2: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	CODIFICACIÓN	FUENTE DE VERIFICACIÓN
Composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X	Estudio que es capaz de determinar el volumen, porcentaje y distribución de tejido graso en las diferentes regiones del cuerpo.	Porcentaje de tejido graso androide	Cuantitativa	Continua	En porcentajes	Informe radiológico
		Porcentaje de tejido graso ginecoide	Cuantitativa	Continua	En porcentajes	Informe radiológico
		Proporción A/G	Cuantitativa	Continua	En porcentajes	Informe radiológico
		Índice de masa corporal (IMC)	Cuantitativa	Continua	Normopeso: 18.5 – 24.9 Sobrepeso: 25.0 – 25.9 Obesidad grado I: 30.0 – 34.9 Obesidad grado II: 35.0 – 39.9 Obesidad grado III: $\geq 40$	Informe radiológico

### ANEXO N° 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cómo es la composición regional de masa grasa por absorciometría dual de rayos x en pacientes con síndrome metabólico atendidos en la Clínica Internacional, del departamento de Lima en el año 2016?	<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Identificar la composición regional de masa grasa por Absorciometría Dual de Rayos X en pacientes con síndrome metabólico en la Clínica Internacional en el año 2016.  <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el índice de masa corporal en los pacientes con síndrome metabólico.</li> <li>- Determinar el porcentaje de grasa androide en los pacientes con síndrome metabólico.</li> <li>- Determinar el porcentaje de grasa ginecoide en los pacientes con síndrome metabólico.</li> </ul>	Composición regional de masa grasa Absorciometría Dual de Rayos X	Porcentaje de tejido grasa androide	<b>TIPO:</b> observacional, descriptivo, retrospectivo y de corte transversal.  <b>MUESTRA:</b> Estuvo conformada por 80 historias clínicas e informes radiológicos de los pacientes a quienes se les realizó un examen de Composición Corporal en la “Clínica Internacional Sede Hospitalaria San Borja” en el año 2016.  <b>TECNICA E INSTRUMENTO:</b> Se aplicó la técnica de análisis documental. Y una ficha de recolección de datos.  <b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO:</b> Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva, las variables cualitativas fueron estimadas mediante medidas de distribución de frecuencias (absolutas y relativas) y las variables cuantitativas mediante medidas de tendencia central y de dispersión.
			Porcentaje de tejido grasa ginecoide	
			Proporción A/G	
			Índice de masa corporal (IMC)	



## **ANEXO N° 3 PROTOCOLO DE ESTUDIO “EXAMEN DE COMPOSICIÓN CORPORAL” – DENSITOMETRO GE MEDICAL SYSTEMS LUNAR iDXA**

### **1. INGRESO DEL PACIENTE:**

- Se corrobora los datos del paciente.
- El paciente se retira todas sus prendas de vestir y accesorios, se colocara una bata.
- Se pesa y talla al paciente.

### **2. COLOCACION DEL PACIENTE:**

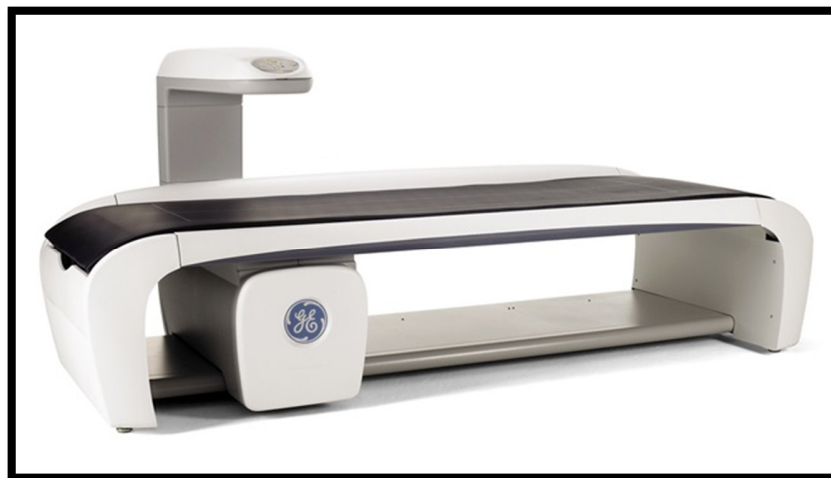
- El paciente se coloca en decúbito supino, centrado en la mesa con los brazos estirados a los lados del cuerpo, las manos mirando a las piernas sin tocarlas y los pulgares hacia arriba.
- Si el paciente es más ancho que la mesa de exploración, el estudio se realiza en medio cuerpo (incluyendo el cuello y la cabeza, y todo un lado, con el brazo y la pierna correspondientes). En este caso, el paciente se coloca en la posición indicada, pero descentrado en la mesa de forma que medio cuerpo este incluido completamente.



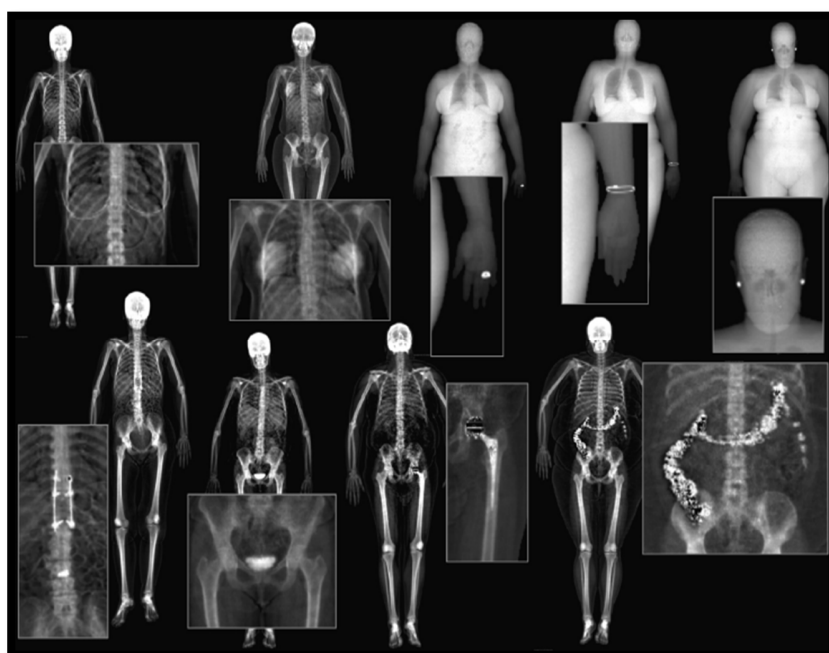
### 3. ANALISIS:

- Se selecciona el protocolo de cuerpo entero.
- Debemos evaluar la posición correcta del paciente y la ausencia de artefactos por movimiento. Tras la adquisición, la imagen de cuerpo entero aparece de forma doble, una representación de hueso y otra de tejidos blandos.
- El equipo sitúa las ROIs de forma automática. Se corrobora y, si es necesario, se modifica, aunque conviene manipularlas lo menos posible.
- Las ROIs corresponden a las regiones anatómicas: cabeza por debajo de la barbilla, brazos separados del cuerpo y pasando por las axilas, antebrazos separándolos del cuerpo, piernas separando cada una de los brazos, y con el corte de centro de las piernas entre ellas, columna adyacentes a ella a ambos lados, pelvis: corte superior inmediatamente por encima y cortes de la pelvis que pasan a través de los cuellos femorales sin tocar la pelvis.
- En los casos que el estudio se realiza en medio cuerpo por ser el paciente más ancho que la mesa de exploración, la ROI se sitúa de la misma manera en el hemi-cuerpo explorado y el equipo realiza una estimación del total.

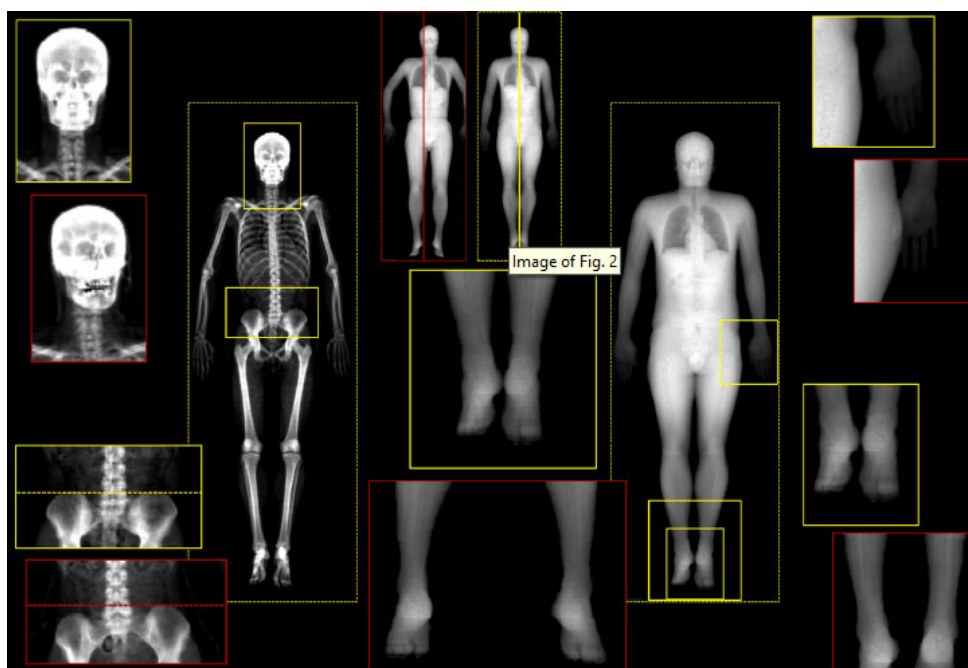
#### Anexo N° 4: "IMÁGENES"



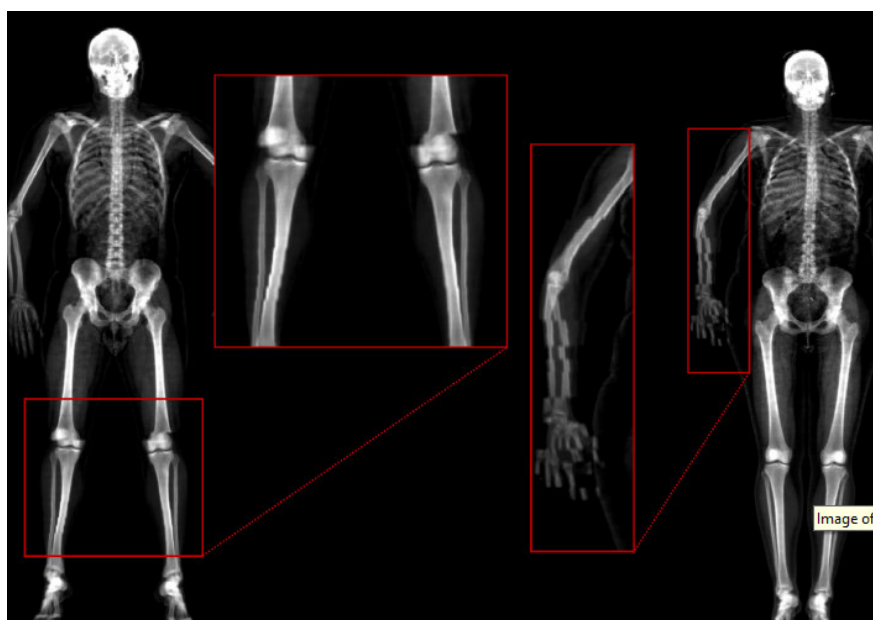
**FIGURA 1:** GE Lunar iDXA, (equipo utilizado en la Clínica Internacional) densitómetro de haz en abanico estrecho con un mayor número de detectores, proporciona una mejor resolución (1,05 mm longitudinalmente, 0,6 mm lateralmente) y calidad de imagen. Su mejor resolución garantiza una detección más precisa en el borde óseo y, en consecuencia, el desarrollo de algoritmos superiores para evaluación de la composición corporal.



**FIGURA 2:** Ejemplos de cuerpos extraños "comunes" y artefactos en la evaluación de la composición corporal, algunos de los cuales deben ser evitados por el operador antes del examen, y algunos que deben ser retirados del análisis en la fase de post-procesamiento.



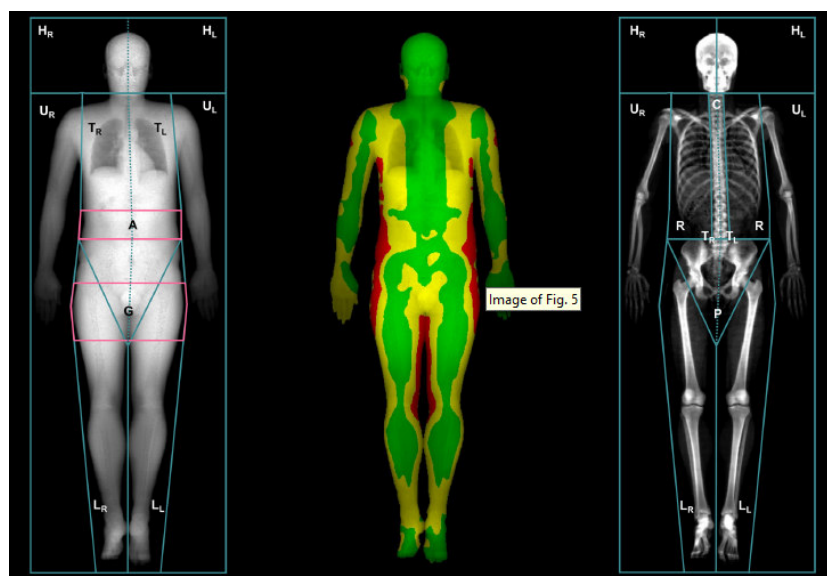
**FIGURA 3:** Los exámenes de DXA en todo el cuerpo (líneas de borde en amarillo), representado por el mapa de los tejidos blandos de la derecha y de hueso mapa de la izquierda muestran la correcta colocación del cuerpo en el campo de lectura. Las ampliaciones de la correcta colocación (línea de borde en amarillo) se contraponen a ejemplos de posicionamiento incorrecto de la misma región anatómica (línea en rojo).



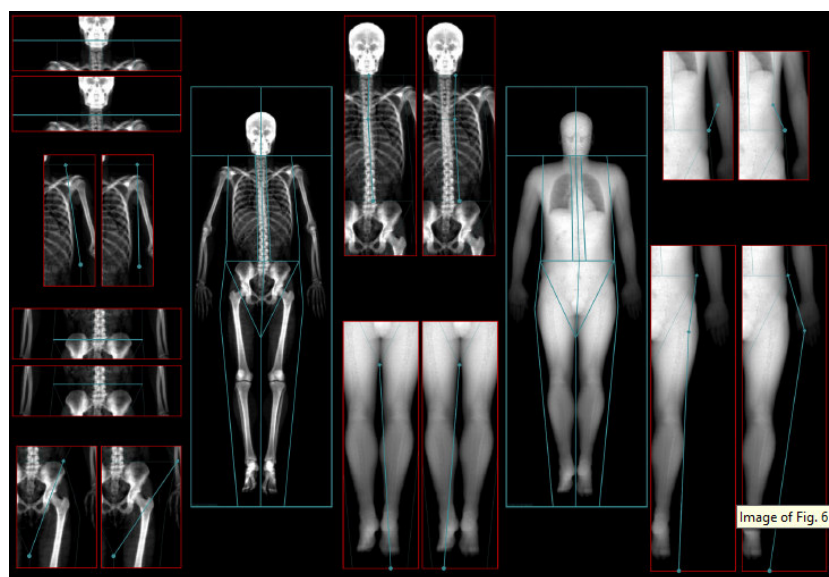
**FIGURA 4:** Dos ejemplos de artefactos de movimiento, con ampliaciones relacionadas.



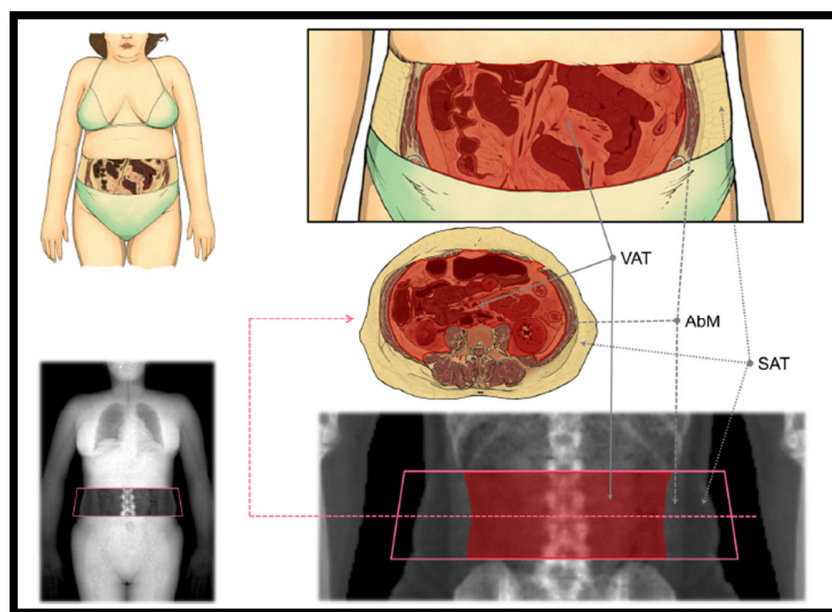
**FIGURA 5:**Un ejemplo de "análisis de medio cuerpo" correcta. A la derecha la imagen DXA de todo el medio cuerpo, tanto la cabeza y el tronco están incluidas en el campo de lectura, mientras que sólo el brazo izquierdo está fuera. Así la composición del brazo izquierdo se evaluó desde el brazo derecho, suponiendo simetría del cuerpo. A la derecha de la pantalla y el software muestra las regiones de interés estimados con un (e).



**FIGURA 6:**A la izquierda, el mapa de los tejidos blandos de todo el cuerpo escaneado por DXA se destacan las regiones de interés estándar de análisis de la composición corporal (cabeza-H, tronco-T, extremidades superiores-U, inferiores-L), con dos regiones de "gran importancia metabólica" representado por gynoid (G) y regiones (a) androide, la derecha el mapa del esqueleto, se representa con regiones de interés específicos para los huesos (cabeza-H, las extremidades de U superiores, miembros inferiores-L y el tronco que se subdivide en la pelvis-P, la columna vertebral-S y costillas-R). Tanto en la composición corporal y la evaluación ósea la evaluación de todo el cuerpo está compuesto por los brazos, las piernas, el tronco y la cabeza. En medio ROI del cuerpo. El mapa de los tejidos blandos en color de todo el cuerpo se presenta en el centro de la imagen, que muestra el porcentaje en las diferentes áreas del cuerpo (rojo, porcentaje-convencionalmente alta en grasas > 60%; porcentaje convencional amarillo, medio en grasa entre el 25 y el 60 %; verde, bajo porcentaje <25%).

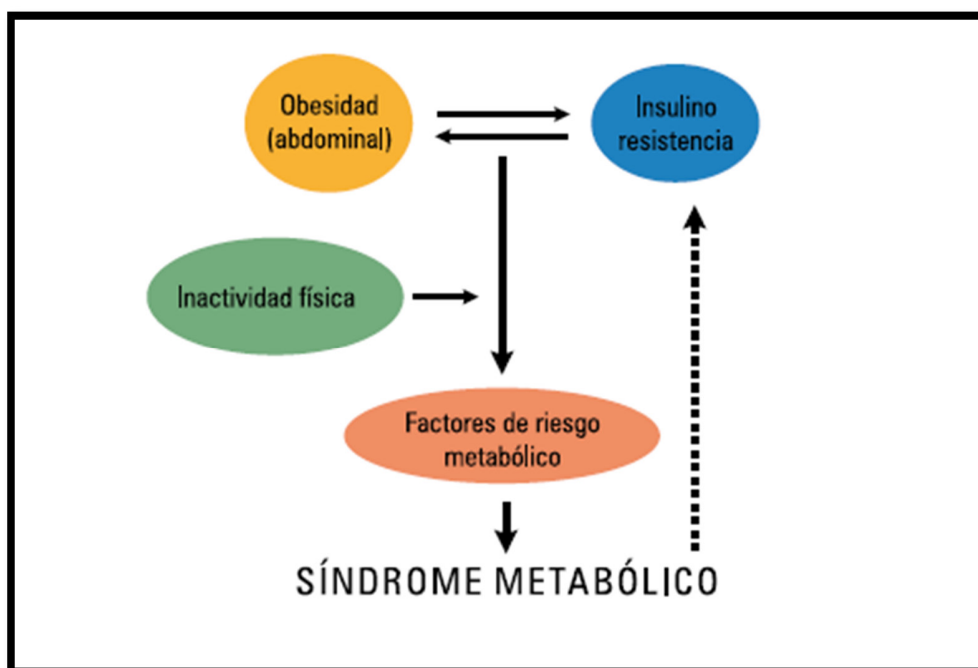


**FIGURA 7:** Los exámenes de DXA en todo el cuerpo (línea fronteriza en azul), representado por el mapa de los tejidos blandos de la derecha y de hueso mapa de la izquierda, muestran la correcta alineación de las líneas ROIs. Las ampliaciones de las diferentes secciones anatómicas (línea fronteriza en rojo) son ejemplos de la alineación incorrecta de las líneas



**FIGURA 8:** Corte anatómico coronal de la región androide está representado en la esquina superior izquierda; androide región en estudio de cuerpo entero DXA (caja de color rosa) se pone de relieve en la esquina inferior-izquierda. Una ampliación densitométrico de la región androide se visualiza en la esquina inferior derecha; una imagen anatómica transversal que representa una porción de espesor realizado entre L3-L4, donde el software evalúa grasa visceral (en g/cm<sup>2</sup>) se representa en el centro de la figura; una ampliación de la región anatómica donde se estima IVA (tanto en gramos y el volumen cm<sup>3</sup>) se encuentra en la esquina superior derecha. IVA=tejido adiposo visceral; AbM = músculos abdominales; SAT = tejido adiposo subcutáneo.





**FIGURA 9:** Factores asociados al desarrollo del síndrome metabólico.